

# Comunicador pictográfico de diseño libre, para Comunicación Alternativa y Aumentativa

*Especificaciones funcionales y técnicas completas*



Distribuido bajo licencia CC<sup>1</sup>  
Ver. 1.0 (mayo 2011)

Este trabajo se realizó con la colaboración y el financiamiento de la Unidad de Investigación y Desarrollo **UNITEC**,  
Departamento de Electrotecnia - Facultad de Ingeniería  
Universidad Nacional de La Plata

**Autores:**

Jorge Santillán  
Matias Tenti

**Dirigido por:**

Ing. Flavio Ferrari  
Ing. José Rapallini  
Ing. Antonio Sacco  
Ing. Miguel Staiano

**Colaboradores:**

Prof. Patricia Paletta



**Universidad Nacional de La Plata - Facultad de Ingeniería  
Carrera Ingeniería Electrónica - Cátedra de Trabajo Final**



<sup>1</sup> Esta obra se distribuye bajo licencia Creative Commons de tipo "Atribución-No Comercial-Compartir Obras Derivadas Igual 2.5". Se permite su copia y distribución por cualquier medio siempre que mantenga el reconocimiento de sus autores y no se haga uso comercial de la obra. La licencia completa puede consultarse en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/ar>

## Contenido

Acerca de este trabajo y sus autores	4
Capítulo 1	5
Introducción	5
Características del comunicador a diseñar	5
Capítulo 2	6
Estudio del tipo de iluminación	6
Estudio de los diferentes tipos de alimentación para proporcionar energía al comunicador	7
Estudio de los posibles esquemas eléctricos a utilizar	7
Elección del microcontrolador	8
Tipos de PICs	9
Elección del microcontrolador más adecuado	10
Capítulo 3	11
Panel de configuración	11
Aviso sonoro	12
Capítulo 4	13
Diagrama en bloques del sistema	13
Diseño del circuito	13
Descripción de secciones	14
Análisis de la etapa de control de matriz	15
Análisis de la etapa de configuración	16
Análisis de la etapa de control de alarma	17
Descripción del Microcontrolador utilizado	17
Uso del compilador PICC de la empresa CCS	18
Compilación del proyecto	19
Pasos para la simulación con Proteus	20
Cambios en el código para personalizar las funciones	21
Advertencias	23
Capítulo 5	25
Placa de prueba	25
Programación del microcontrolador	26
Pinout del programador y el microcontrolador	26
Descripción del software para la grabación del microcontrolador	28
Pasos para la grabación del PIC	29
Métodos para grabar el PIC	30
Resultados obtenidos de la placa de prueba	34
Imágenes de los PCBs en vista real	35
Capítulo 6	37
Mediciones realizadas	37
Software utilizado para la realización del PCB	37
Software utilizado para la explicación del armado del gabinete	41
Capítulo 7	42
Etapa de alimentación	42
Descripción general	42
Características técnicas	44
Circuito esquemático del cargador	44
Descripción de los módulos del cargador	45
Breve explicación del funcionamiento del circuito	46
Vista del PCB de la placa de carga y conmutación	46
Capítulo 8	49
Armado del comunicador	49
Interconexión entre módulos	53

Armado del gabinete	56
Sugerencias para el matrizado de las piezas	57
Descripción del matrizado de cada pieza	57
Orden del ensamblado del gabinete	61
Ensamble de plaquetas al gabinete	63
Tarjetas para soporte de pictogramas e imanes de sujeción	65
Imanes para sujeción de los porta-tarjetas	67
<i>Capítulo 9</i>	68
Armado final del dispositivo	68
Consejos de Armado	72
Pruebas realizadas	72
<i>Capítulo 10</i>	73
Comparación con otros productos	73
Ventajas y desventajas de este comunicador	75
Mejoras a futuro	76
<i>Glosario</i>	77
<i>Anexo I: Especificaciones iniciales</i>	78
Objetivo del comunicador	78
Partes	78
Operación básica	79
Modos de barrido	80
Otras funciones posibles	81
<i>Anexo II: Imágenes de PCBs con referencias</i>	82
<i>Anexo III: Lista de componentes</i>	87

## **Acerca de este trabajo y sus autores**

Esta obra es el resultado del proyecto presentado en abril de 2011 por los alumnos Jorge Santillán y Matías Tenti para la Cátedra de Trabajo Final de la Carrera Ingeniería Electrónica (Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Argentina).

Se trata de un comunicador pictográfico de diseño libre, para el cual se tomó como punto de partida un documento escrito por el Ing. Antonio Sacco, en el cual se especificaban los lineamientos principales del dispositivo a desarrollar. El mismo se incluye como Anexo I.

A partir de esas especificaciones, los alumnos Jorge Santillán y Matías Tenti realizaron el análisis, diseño y desarrollo del dispositivo. Durante el mismo, fueron dirigidos por los Ingenieros José Rapallini, Flavio Ferrari, Miguel Staiano y Antonio Sacco. Además, entrevistaron a la docente de educación especial Patricia Paletta para la evaluación del prototipo.

En esta publicación se describe detalladamente el estudio llevado adelante, así como los procedimientos, materiales necesarios, etc., de manera que quien posea la formación en electrónica necesaria, pueda no sólo construir el comunicador, sino estudiarlo y, eventualmente, modificarlo.

Para ello, junto con este documento se proporcionan los códigos de programación y otros materiales necesarios.

Recordamos que toda la documentación, diseños, etc. relacionados con este desarrollo, se distribuyen bajo licencia Creative Commons de tipo “Atribución-No Comercial-Compartir Obras Derivadas Igual 2.5”, con lo cual se permite su copia y distribución por cualquier medio siempre que se mantenga el reconocimiento de sus autores y no se haga uso comercial de la obra. La licencia completa puede consultarse en:

*<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/ar>*

# Capítulo 1

## ***Introducción***

El objetivo principal de esta herramienta es facilitar la comunicación a un usuario que no utilice el lenguaje oral ni escrito. Para ello, dispone de espacios para colocar tarjetas pictográficas, con imágenes que representan conceptos.

El usuario puede elegir la tarjeta cuyo concepto desee comunicar, a través de la activación de un switch (conmutador) conectado al aparato, y la imagen queda identificada por una luz.

De acuerdo a las posibilidades del usuario y la evaluación del equipo de profesionales que trabaje con él, el comunicador se puede configurar para operar con distintas modalidades de selección (la forma y secuencia de encendido de las luces), a distintas velocidades, y con o sin una señal sonora de aviso.

## ***Características del comunicador a diseñar***

Después de realizar un estudio acerca de diferentes comunicadores que existen en el mercado, se decidieron determinadas características para la realización del trabajo:

**TAMAÑO Y FORMA:** Se optó por una forma rectangular con las dimensiones de una hoja A4.

**MATERIALES:** Debido al costo que supone su desarrollo utilizando matricería, se eligió una combinación entre acrílico y MDF (para los términos técnicos ver glosario al final) ya que estos presentan un buen balance entre costos y calidad.

**CANTIDAD DE TARJETAS:** Se decidió proporcionar espacio para 12 tarjetas de 5,5 cm. de lado.

**MODOS DE OPERACIÓN:** El comunicador contará con 8 modos de operación, según las especificaciones iniciales, así como con la posibilidad de habilitar/deshabilitar un sonido de aviso.

**ALIMENTACION:** Podrá funcionar con dos modos.

- Baterías recargables
- Conexión a la red eléctrica

## Capítulo 2

### ***Estudio del tipo de iluminación***

En la actualidad, tres de los tipos de iluminación comerciales más comunes son:

- Lámparas incandescentes
- Fluorescentes
- LEDs (Light Emitting Diode - Diodo emisor de luz)

Comparación entre tecnologías			
	Incandescente	Fluorescente	LED
Fiabilidad	Baja	Media	Alta
Generación de temperatura	Alta	Media	Baja
Consumo de energía	Alta	Media	Baja
Dimensiones	Mediano	Grande	Pequeño
Vida útil	Reducida	Reducida	Larga
Eficiencia	Baja	Media	Alta
Resistencia mecánica	Baja	Baja	Alta
Tiempo de respuesta	Alto	Alto	Bajo
Ecológica	No	No	Si
Costo	Medio	Alto	Bajo

### **Ventajas de la iluminación LED**

- El diodo LED emite luz monocromática directamente, en la longitud de onda de color requerido, por lo que no existe la transformación de luz en calor.
- Vida útil elevada. Puede llegar a 100.000hs, es decir, mucho mayor que otros tipos de lámparas.
- Altos niveles de flujo e intensidad dirigida.
- Diversos tamaños para diferentes opciones de diseño.
- Alta eficiencia, ahorro de energía.
- Luz blanca.
- Todos los colores (de 460nm a 650nm).
- Requerimientos bajos de Tensiones y Consumos.
- Alta resistencia mecánica (resistencia a los golpes y vibraciones).
- Sin radiación U. V.
- Pueden ser fácilmente controlados y programados.

- Diferentes formas con diferentes ángulos de radiación.

### ***Estudio de los diferentes tipos de alimentación para proporcionar energía al comunicador***

En esta etapa se consideraron las siguientes opciones:

- Alimentación por batería (corriente continua)
- Alimentación mediante la red eléctrica.
- Combinación de las anteriores.

**Alimentación por batería:** este tipo de configuración es la más usada en radios portátiles, equipos de música, juguetes, linternas, etc.

Requiere el recambio de la batería una vez agotada su energía. Para nuestro caso, esta es una desventaja si no se tiene disponible su reemplazo inmediato dejando inutilizable el dispositivo.

**Alimentación mediante la red eléctrica:** en este caso se necesita que el aparato este conectado continuamente a la red eléctrica domiciliaria. Por lo que presenta el inconveniente de no ser portable.

**Combinación de las anteriores:** este tipo de configuración reúne las ventajas del uso de batería y la conexión a la red eléctrica.

Con el uso de baterías recargables se logra la autonomía necesaria para la portabilidad del comunicador.

Mediante un sensado de la carga de la batería, se puede conocer el momento para realizar una recarga. Para esto se conecta el sistema a la red eléctrica.

Analizando las tres configuraciones mencionadas se opta por la tercera opción que permite mayor flexibilidad y portabilidad.

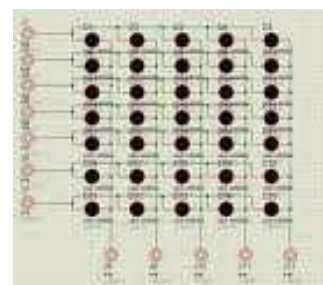
### ***Estudio de los posibles esquemas eléctricos a utilizar***

En principio se plantearán dos configuraciones posibles para el encendido de los LED que iluminarán las tarjetas.

Estas son matriciales y directas.

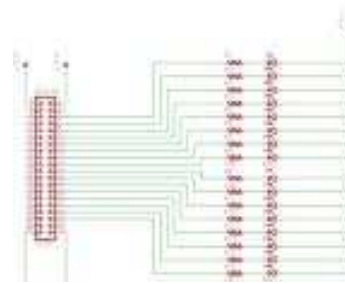
- **Matricial:** En esta configuración la conexión de los LEDs será una matriz, como muestra la figura. Cada elemento de la matriz tendrá una coordenada definida. El microcontrolador se encargara de seleccionarlo.

Esta configuración tiene la ventaja de utilizar una mínima cantidad de líneas de control a medida que crece la cantidad de elementos.



- **Directa:** En esta configuración cada LED se conectara de manera directa a cada pin del microcontrolador.

Presenta la desventaja que a medida que los elementos aumentan lo hace en la misma proporción la cantidad de líneas de control.



La configuración más adecuada para este tipo de aplicación es la matricial, ya que presenta numerosas ventajas, entre ellas:

- Es eficaz.
- Fácilmente escalable.
- Minimiza la complejidad.
- Reduce costos.

### ***Elección del microcontrolador***

A la hora de decidir en términos generales sobre qué microcontrolador emplear hay que tener en cuenta varios factores, como por ejemplo:

- Documentación existente y apoyo técnico.
- Herramientas de desarrollo disponibles y su precio.
- Precio del microcontrolador.
- Confiabilidad.
- Versatilidad.

**Documentación existente y apoyo técnico:** Este es un factor importante si se quiere conocer bien el tipo de microcontrolador elegido y su entorno de desarrollo. Además, si existe una amplia literatura de aplicaciones podrán utilizarse programas y diseños ya realizados para adaptarlos a nuestras necesidades. Mediante libros especializados, revistas de electrónica y sobre todo Internet, puede encontrarse la información necesaria sobre cualquier microcontrolador.

**Herramientas de desarrollo disponibles y su precio:** Uno de los factores que más importancia tiene a la hora de seleccionar un microcontrolador entre todos los demás es el soporte tanto de software como de hardware del que se dispone. Un buen conjunto de herramientas de desarrollo puede ser decisivo en la elección, ya que pueden suponer una ayuda inestimable en el desarrollo del proyecto. Algunos fabricantes de microcontroladores ofrecen paquetes IDE de calidad de forma completamente gratuita, como política para inclinarse por el uso de sus productos. Ejemplos de ello son AVR studio de Atmel, Code Warrior de Freescale (Motorola), MPLAB de Microchip o Eclipse de Texas Instruments. Estos paquetes IDE gratuitos permiten programar en código



ensamblado, puesto que los compiladores de lenguaje de alto nivel (BASIC y C) no suelen ser gratis.

Una forma de reducir costos en una producción de dispositivos con microcontroladores es utilizar una única familia de microcontroladores para optimizar el uso de las herramientas de apoyo que se van a necesitar, tales como emuladores, simuladores, ensambladores, compiladores, etc.

**Precio del microcontrolador:** Como es lógico, los fabricantes de microcontroladores compiten duramente para vender sus productos. Para que nos hagamos una idea, para una producción a gran o mediana escala de dispositivos que utilizan un microcontrolador, una diferencia de precio en el mismo de algunos céntimos es importante (el consumidor deberá pagar además el costo del empaquetado, el de los otros componentes, el diseño del hardware y el desarrollo del software).

**Confiabilidad:** Otro de los parámetros no menos importantes es la probabilidad de que un producto realizará su función prevista sin incidentes por un período de tiempo especificado y bajo condiciones indicadas.

**Versatilidad:** Debido a los desarrollos tecnológicos y la gran variedad de aplicaciones en las que un microcontrolador se utiliza, este debe poseer la característica de adaptarse a diferentes configuraciones.

De todos los fabricantes estudiados, se eligió Microchip, ya que reúne la mayoría de las características deseables para el desarrollo del proyecto.

El producto comercial de dicha empresa se denomina PIC, el cual se divide en diferentes familias.

## ***Tipos de PICs***

En forma general se los puede catalogar por su capacidad de procesamiento como de 8, 16 y 32 bits.

Los **PIC10** son de bajo costo, alto rendimiento, de 8 bits, memoria Flash. Se emplea una arquitectura RISC. Todas las instrucciones son de un solo ciclo (1 ms.). Ofrece un rendimiento en un orden de magnitud más alta que sus competidores en la misma categoría de precios. Las instrucciones son fáciles de usar y recordar. Reduce significativamente el tiempo de desarrollo.

Los **PIC12** de Microchip Technology son de bajo costo, alto rendimiento, 8 bits, memoria Flash. Emplean una arquitectura RISC. Todas las instrucciones son de un solo ciclo (200 ms.). Los dispositivos PIC12 ofrecen un rendimiento un orden de magnitud superior a sus competidores en la misma categoría de precios. Las instrucciones son fáciles de usar y recordar. Reduce significativamente el tiempo de desarrollo.

Los **PIC16** de Microchip Technology poseen 49 instrucciones, 8 bits, 16 niveles de pila de memoria flash de programa. Oscilador interno de 32MHz.

Comparadores con selección de tensión de referencia. Conversores ADC. Un temporizador de 16 bits (TMR1) extendido. Watchdog Timer. Alimentación de (1.8V - 5.5V).

Los **PIC18** poseen un CPU de hasta 10 MIPS. Arquitectura RISC. Oscilador interno de 31 kHz a 8 MHz a prueba de fallos. Alimentación de 2.0V a 5.5V. Tecnología nanoWatt. El consumo en reposo y en los modos de espera inactivo es de 5.8uA hasta 0.1uA. Conversor ADC de 10 bits, 10 canales, 100K muestras por segundo. Comparadores analógicos de entrada con multiplexación. Periféricos. Puerto serie síncrono y soporta I2C. Salidas PWM. Módulo de Captura / Comparación.

La familia más adecuada para el proyecto a realizar es la **18**.

### ***Elección del microcontrolador más adecuado***

Dentro de la familia PIC18, se evaluaron diferentes alternativas y se eligió el PIC18F2520, ya que presenta la mejor relación costo-rendimiento y disponibilidad comercial en Argentina.



**PIC18F2520**

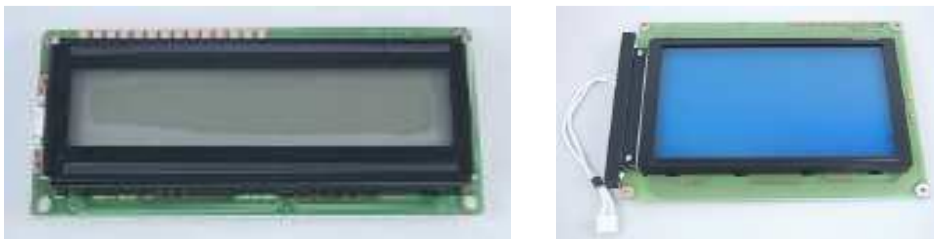
## Capítulo 3

### *Panel de configuración*

#### Visualización:

Se tuvieron en cuenta tres tipos de posibilidades para esta tarea:

- **Display LCD:** Esta tecnología permite mostrar texto y hasta símbolos generando una comunicación más fluida para el usuario. La desventaja es su costo relativamente elevado frente a otras posibilidades. El consumo de los mismos es medianamente elevado.



Displays Alfanuméricos y Gráficos

- **Display de 7 segmentos:** El visualizador de siete segmentos (llamado también display) es una forma de representar números en equipos electrónicos. Está compuesto de siete segmentos que se pueden encender o apagar individualmente. Cada segmento tiene la forma de una pequeña línea.



Displays de 7 segmentos

Se optó por la tecnología de display de 7 segmentos, por cumplir con los requerimientos exigidos siendo simple y económica.

#### Comandos:

En esta sección se contemplan diferentes comandos para la configuración del panel de control, a saber:

- **Pulsador:** Se usará para configurar los modos y la velocidad de barrido.

- **Llave deslizante:** Se aplicará para habilitar o deshabilitar el sonido del tablero.
- **Llave on/off:** Se usará para el encendido y apagado del comunicador.



### Entrada para switch:

El tipo de ficha a utilizar para la conexión de los switches será una plug mono de 3.5 mm. hembra. De esta manera se logra la compatibilidad entre este dispositivo y distintos tipos de switches comerciales.



Conectores Jack 3.5mm Hembra y Macho

### Aviso sonoro

En esta sección se planificará el tipo de transductor a utilizar para avisar cuando la persona elija una opción del comunicador.

Este deberá tener un sonido que no genere molestias al usuario. Se habilitará con una llave deslizante on/off ubicada en el panel de control.

El tipo de transductor elegido es un *buzzer* (zumbador) ya que es compacto, posee un bajo consumo y es usado en la mayoría de los aparatos electrónicos en la actualidad.

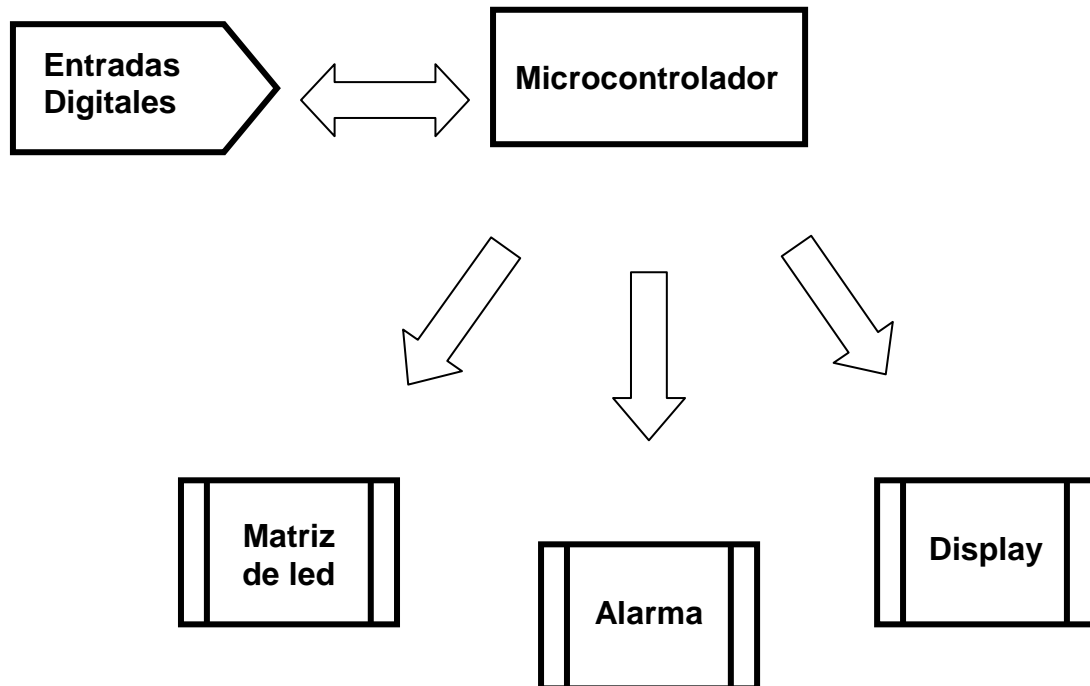


## Capítulo 4

Este capítulo se centrará en el diseño y simulación del dispositivo.

Los resultados obtenidos se usarán para delinear la topología a emplear en el armado de los circuitos y el gabinete.

### *Diagrama en bloques del sistema*



### *Diseño del circuito*

Para el diseño del sistema se decidió utilizar un software que permite simular el comportamiento de circuitos electrónicos, realizar mejoras y de esta forma lograr una aproximación a la realidad.

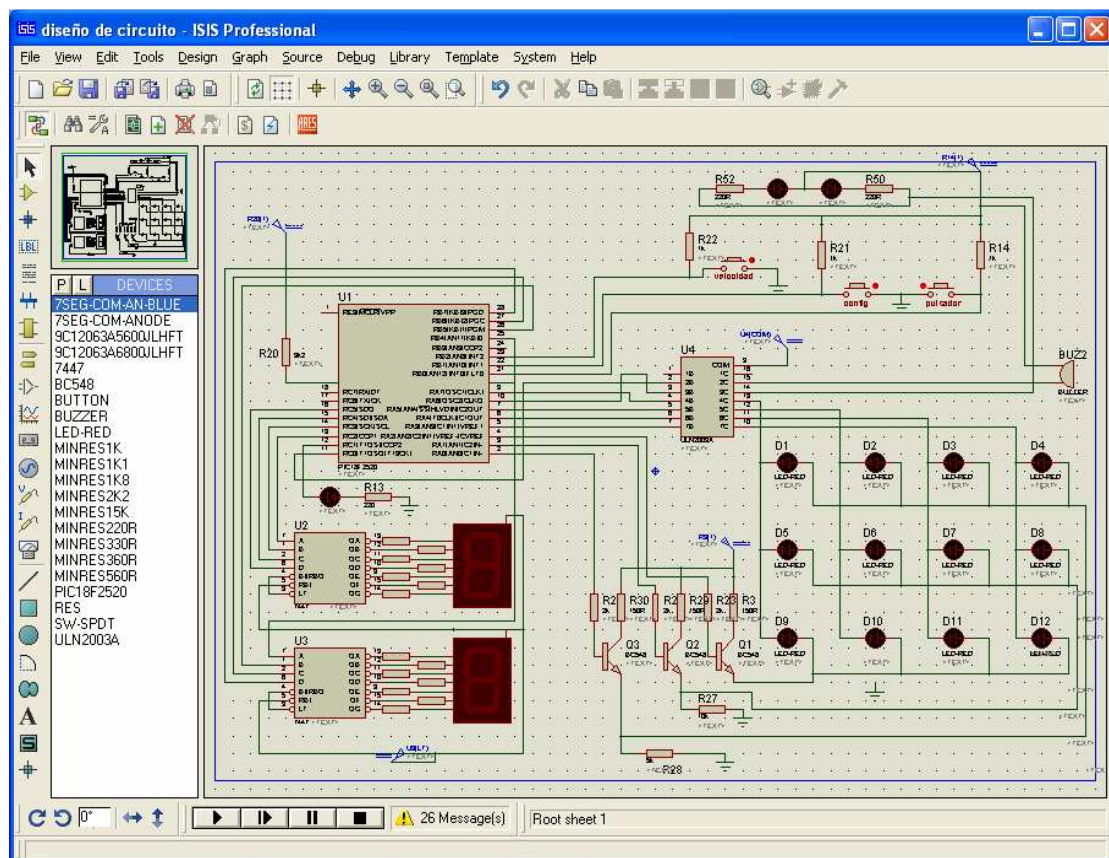
El software a utilizar es el Proteus 7 Profesional.

Proteus es un entorno integrado diseñado para la realización completa de proyectos de construcción de equipos electrónicos en todas sus etapas: diseño, simulación, depuración y construcción. La suite se compone de elementos integrados entre sí:

- **ISIS:** herramienta para la elaboración avanzada de esquemas electrónicos que incorpora una librería de más de 6.000 modelos de dispositivos digitales y analógicos.
- **ARES:** herramienta para la elaboración de placas de circuito impreso con posicionador automático de elementos y generación automática de pistas, que permite el uso de hasta 16 capas.

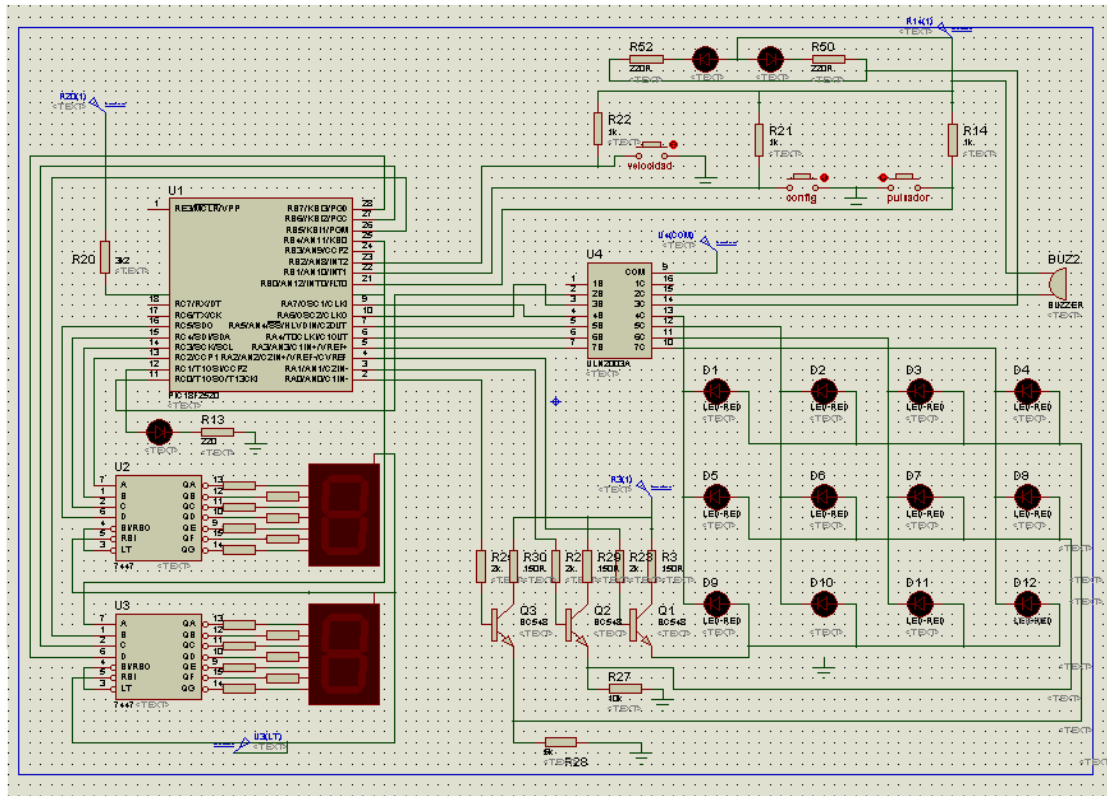
- **VSM:** herramienta que permite incluir en la simulación de circuitos el comportamiento completo de los microcontroladores más conocidos del mercado. Proteus es capaz de leer los ficheros con el código ensamblado para los microprocesadores de las familias PIC, AVR, 8051, HC11, ARM/LPC200 y BASIC STAMP y simular perfectamente su comportamiento. Incluso se puede ver el propio código interactuar en tiempo real con el hardware pudiendo usar modelos de periféricos animados tales como displays LED o LCD, teclados, terminales RS232, simuladores de protocolos I2C, etc. Trabaja con los principales compiladores y ensambladores del mercado.

## Vista del circuito planteado para la simulación del comunicador



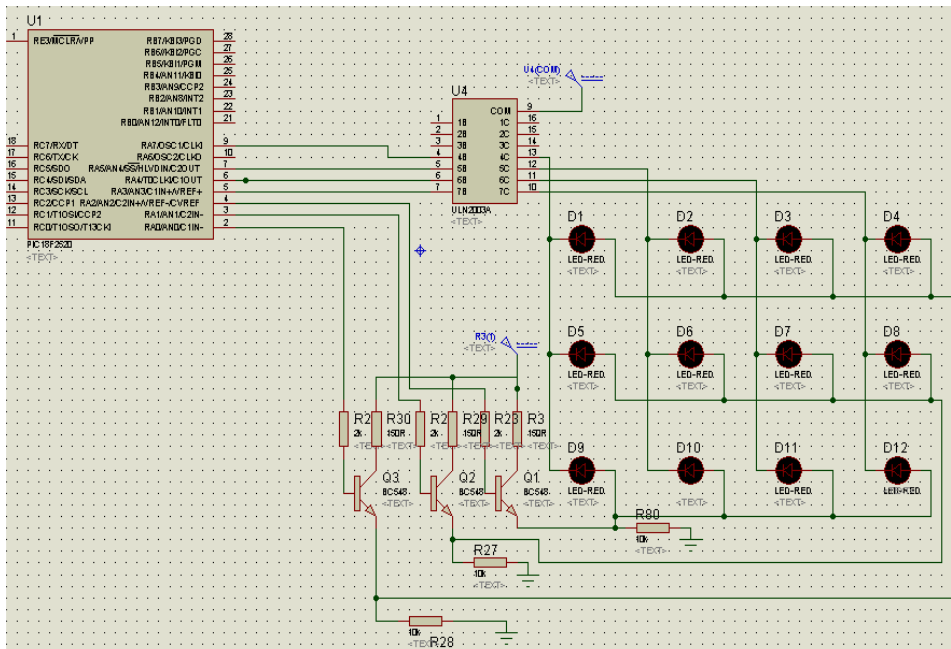
## Descripción de secciones

En el circuito diseñado se observan diferentes etapas, entre las cuales están la de control de matriz, de configuración, alarma o señalización.



A continuación se procederá a detallar el funcionamiento de cada etapa.

## Análisis de la etapa de control de matriz





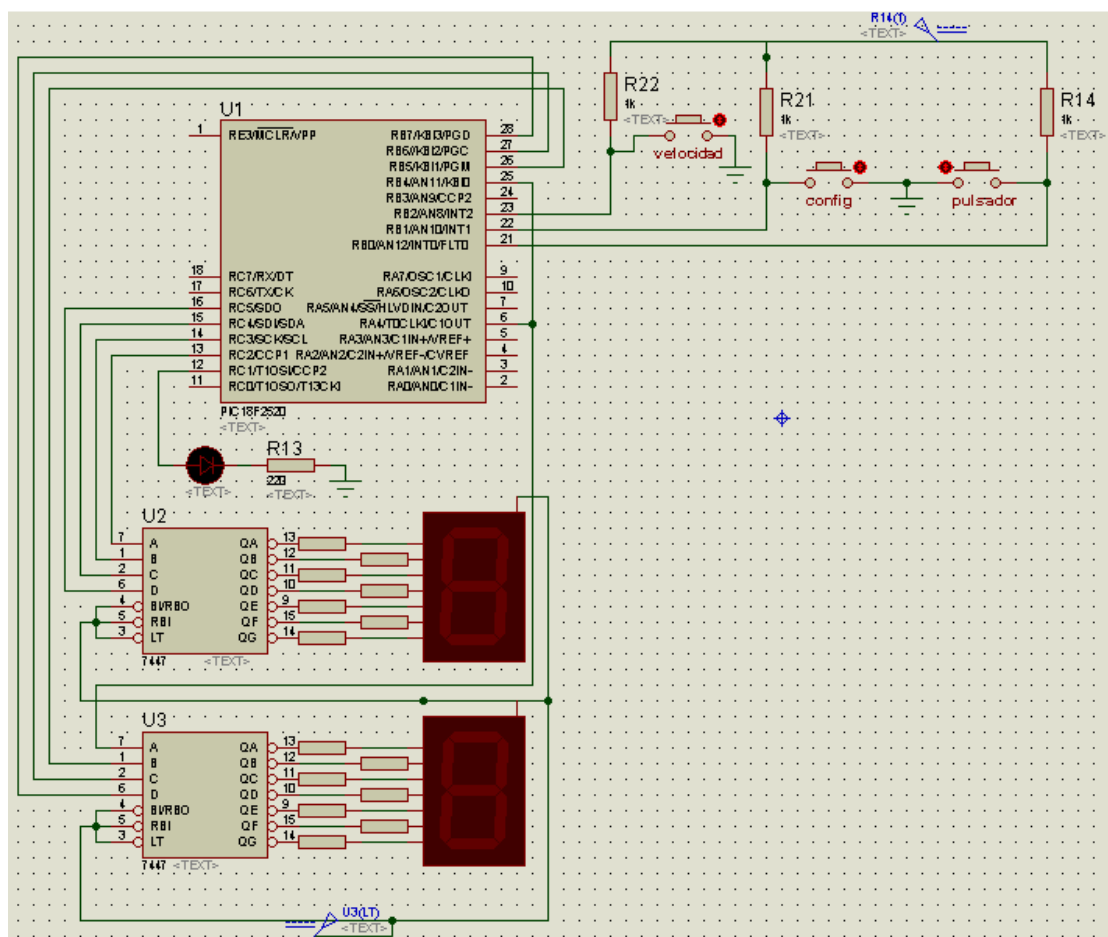
En esta sección se utiliza un integrado (ULN2003) y tres transistores que conforman la etapa de potencia, de la matriz de leds implementada para la iluminación del dispositivo.

De esta manera se le quita exigencia al microcontrolador, previniéndolo de un consumo perjudicial para el mismo.

Esta configuración de matriz posibilitó disminuir la cantidad de pines utilizados por el PIC.

Hay que tener en cuenta que Proteus es un simulador y por lo tanto existirán condiciones límites que no serán contempladas o en otros casos se aplicará alguna configuración interna que salvará cualquier situación de riesgo para el circuito.

## Análisis de la etapa de configuración



Se utilizaron displays de 7 segmentos para la visualización del modo de configuración.

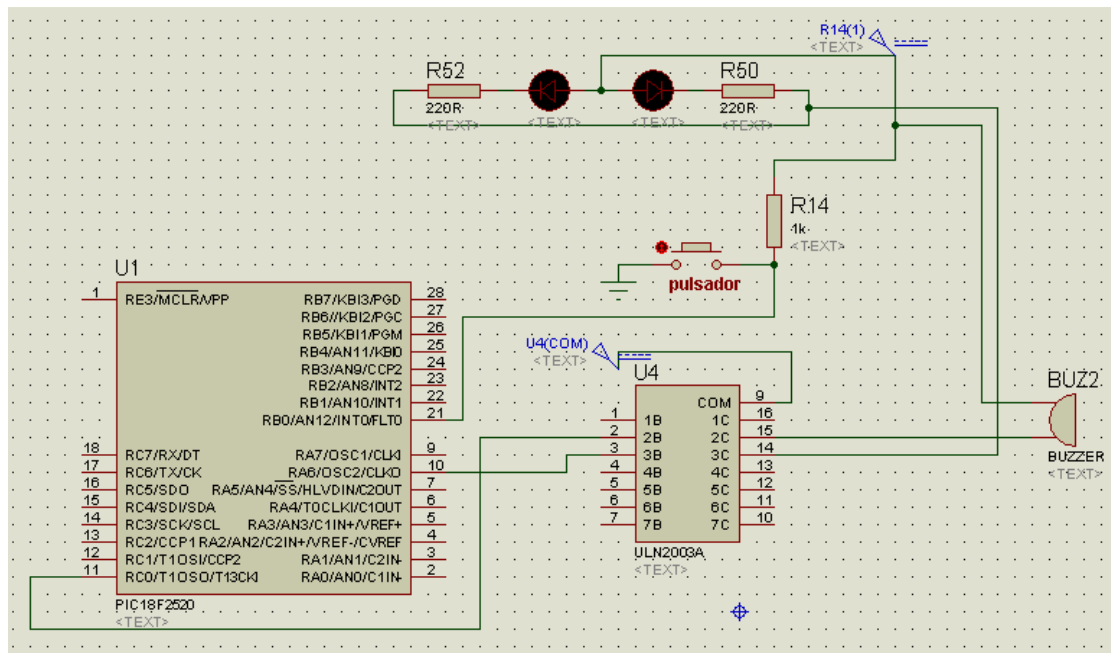
Estos displays se controlan con decodificadores 74LS47 (decodificador BCD a 7 segmentos) lo cual permite la visualización de dígitos que van desde 0 hasta 9 haciéndolos adecuados para la aplicación requerida.



Los decodificadores funcionan con lógica TTL (5V) por lo cual a su salida se colocaron resistores de limitación de potencia calculados para entregar una corriente de 5mA por segmento lo cual da una buena iluminación al dígito mostrado.

Se colocaron dos pulsadores para controlar el modo de velocidad y barrido que activan dos interrupciones. Estos pulsadores están en configuración de pull-up.

### **Análisis de la etapa de control de alarma**



Para la señalización o alarma se utilizaron entradas/salidas libres del ULN2003. Con esto se controla las luces frontales y sonido. Este último se comanda mediante un zumbador.

La limitación en corriente para los leds de indicación de alarma se restringió mediante dos resistores calculados para un consumo de 10mA.

El switch (conmutador) observado en la figura simula el real que tendría el usuario para el comando del sistema. El switch utilizado por el usuario será el recomendado por el equipo de profesionales que trabaje con él.

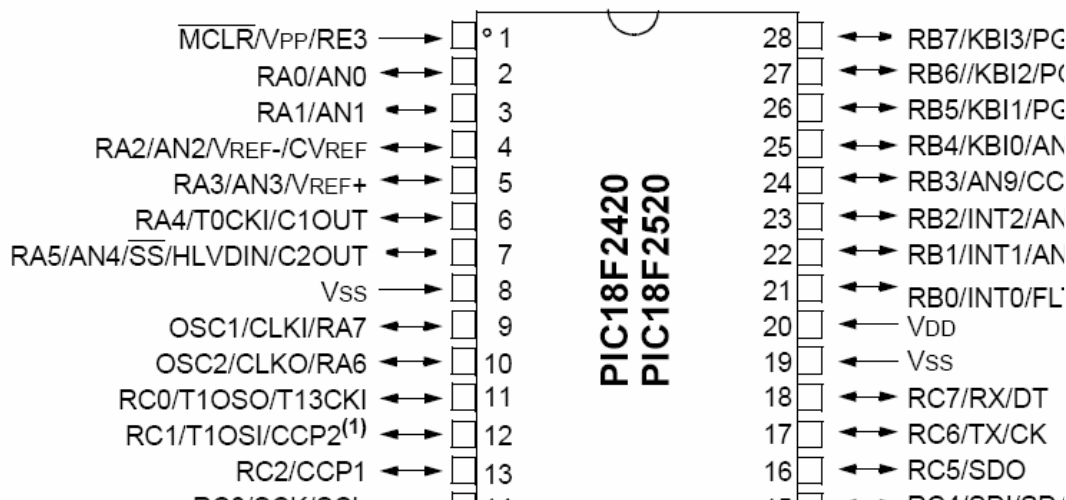
### **Elementos adicionales**

Otros componentes que se suman al tablero son la llave de encendido, la llave selectora de sonido y la batería con su respectivo cargador que será analizado posteriormente.

### **Descripción del Microcontrolador utilizado**

El microcontrolador elegido es el PIC18F2520 de la empresa Microchip, ya que cumple con los requerimientos ya mencionados.

## 28-pin PDIP, SOIC



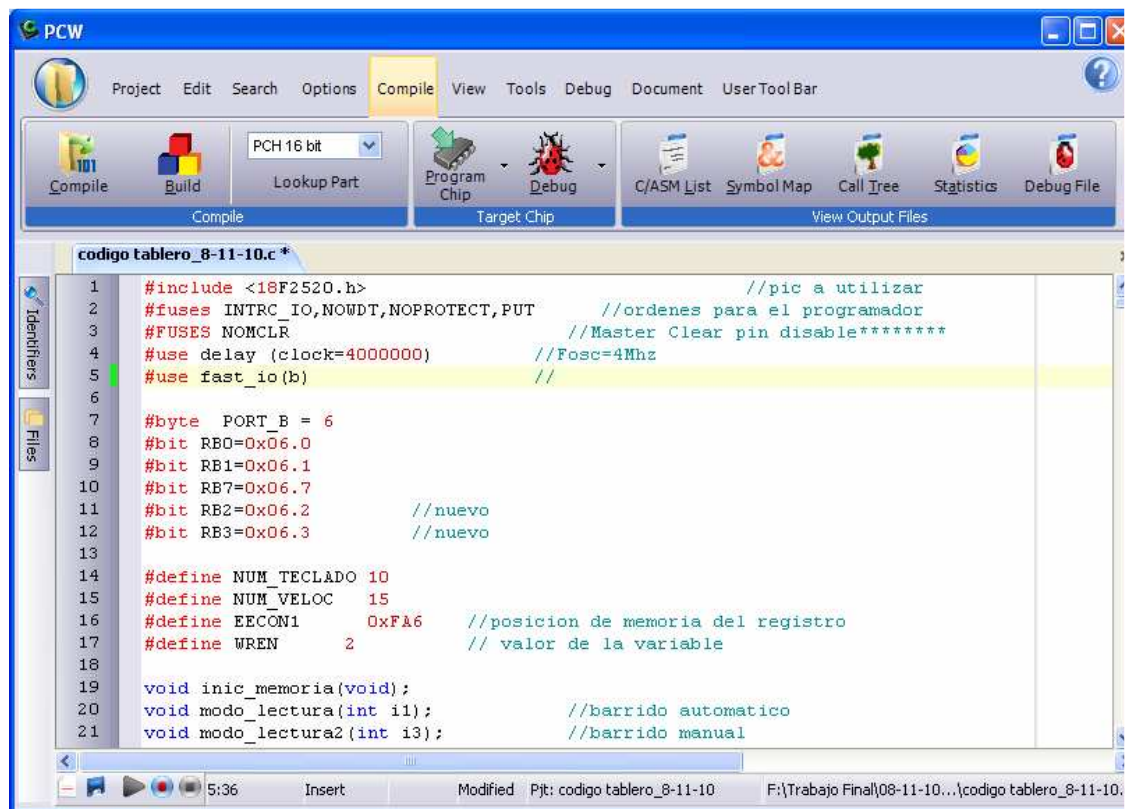
Algunas de las características que posee este microcontrolador son:

- ✓ El consumo en modo dormido es de aprox. 0.1uA.
- ✓ Máxima corriente permitida por pin 25mA.
- ✓ Tres interrupciones externas programables.
- ✓ Puerto para comunicación serie RS232, RS485.
- ✓ Conversores A/D de 10 bits.
- ✓ Dos modos de oscilador externo hasta 40 MHz.
- ✓ Arquitectura optimizada para compilador en C.
- ✓ 1.000.000 de ciclos de borrado/escritura para la memoria EEPROM.
- ✓ Rango de tensión de alimentación entre 2.0 y 5.5 V.
- ✓ 25 pines de entrada/salida.
- ✓ 32Kbytes de memoria flash.

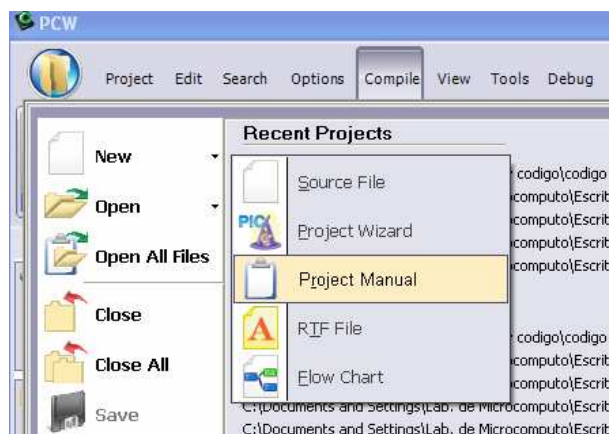
### Uso del compilador PICC de la empresa CCS

Se utilizará el compilador de la empresa CCS para la programación del microcontrolador en lenguaje C. Este software es muy utilizado por la mayoría de los diseñadores de hardware ya que es una potente herramienta, que combinada con el simulador Proteus, acelera los tiempos de desarrollo de sistemas.

Por lo dicho anteriormente se utilizará lenguaje C para la programación del PIC. En la siguiente figura se muestra el entorno de programación.



Una vez realizado el programa se salva y se crea un nuevo proyecto como muestra la figura.



Se abrirá una ventana donde se elige el PIC a usar.

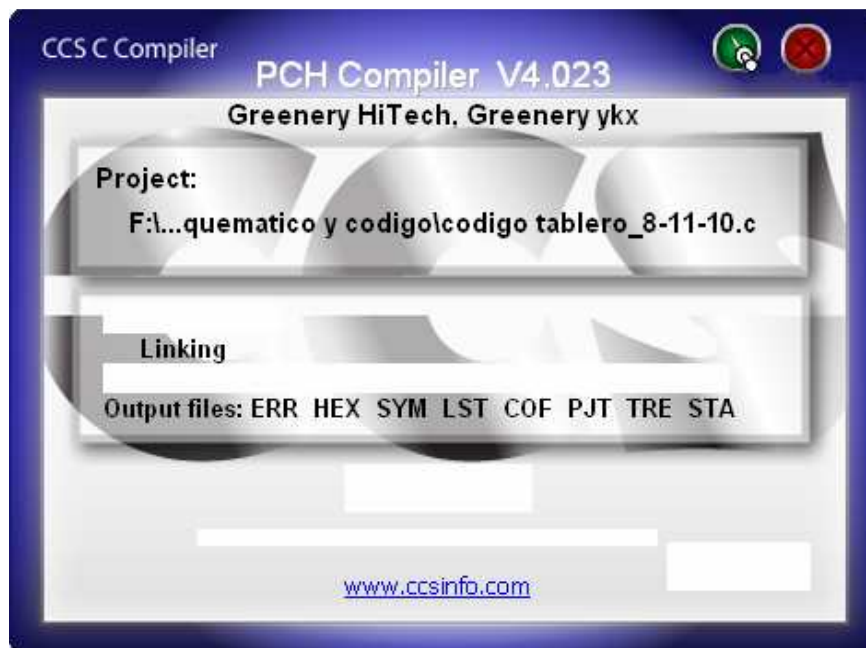
## Compilación del proyecto

Luego de realizar el proyecto mencionado se compila.

Dicha compilación generará diferentes archivos entre los que se encontrarán el .COF y .HEX.

El archivo con extensión COF se utilizará para la simulación con Proteus y el .HEX para la programación del PIC en sí.

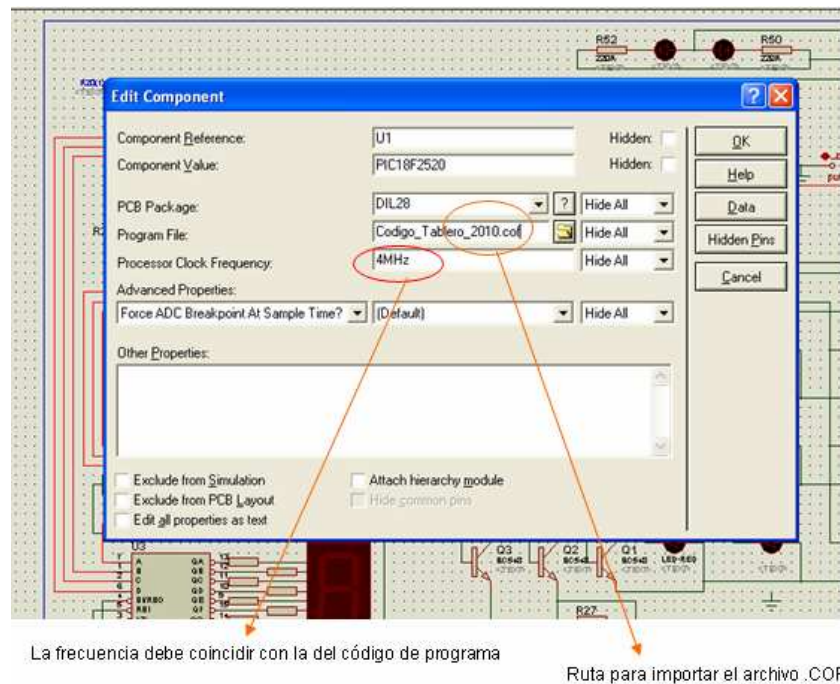
La siguiente imagen muestra una captura de pantalla en el momento de compilación del programa, donde se pueden observar los archivos mencionados anteriormente y otros más.



### ***Pasos para la simulación con Proteus***

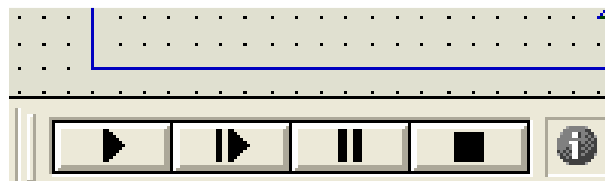
Una vez realizado el circuito en Proteus, el próximo paso es la programación del PIC usado.

Sobre el esquemático del Microcontrolador se hace doble clic donde aparecerá una ventana en la cual se le indicará la ruta donde fue guardado el archivo .COF generado con el compilador.



Una vez especificada la ruta y la frecuencia de trabajo, se da OK y el PIC queda programado.

Luego en el Proteus se inicia la simulación con la tecla Play.



## ***Cambios en el código para personalizar las funciones***

Se brindan a continuación las herramientas necesarias para lograr modificaciones en el código y poder así adaptarlo a casos particulares.

Se mostrarán fragmentos de código indicando los pasos a seguir para una posible reconfiguración.

## **Cambios en el modo de barrido**

Esta es una captura de pantalla para mostrar el lugar en el código donde se encuentran las funciones que manejan los modos de barrido.

Cualquier modificación que se deba realizar a los modos de barrido, ingresar en estas funciones y modificar la línea de código.

```

53 //***** Declaración de funciones *****/
54
55 void inic_memoria(void);
56
57 //***** Funciones que controlan el tipo de barrido *****/
58 void modo_lectura(int i1);           //barrido automatico
59 void modo_lectura2(int i3);         //barrido manual
60 void modo_circular(int i2);         //barrido automatico
61 void modo_circular2(int i5);        //barrido manual
62 void modo_circular_esq(int i3);
63 void modo_lectura_esq(int i4);
64 void modo_dos_tarjetas(int i6);
65 //*****
66

```

Línea 58: modo\_lectura(). Corresponde a un barrido que se realiza de izquierda a derecha a través de todas las filas automáticamente.

Línea 59: modo\_lectura2(). Sirve para barrido pulsado y para el barrido con switch sostenido.

Línea 60: modo\_circular(). El barrido se produce de manera circular en sentido horario automáticamente.

Línea 61: modo\_circular2(). El barrido se realiza de forma circular pulsando el switch o manteniéndolo sostenido.

Línea 62: modo\_circular\_esq(). Este modo enciende de forma circular las luces de las esquinas automáticamente.

Línea 63: modo\_lectura\_esq(). Este modo enciende las luces de las esquinas automáticamente de izquierda a derecha.

Línea 64: modo\_dos\_tarjetas(). Este modo enciende de a dos tarjetas como modo lectura.

## Nuevos modos de barrido

Se puede realizar de dos maneras:

- Borrar un modo existente agregando uno nuevo
- Adicionar un nuevo modo a los ya existentes

**Nota:** La segunda opción implica más modificaciones al código, como colocar nuevas banderas, modificar funciones para que se visualice en display, etc. Se pueden mostrar en el display más modos siguiendo el código BCD.

## Cambios en la velocidad de barrido

En esta captura se muestra la interrupción que habilita el cambio de velocidad de barrido.

```

144 //***** Interrupción de velocidad *****/
145 #int_EXT2
146 void EXT2(void)
147 {
148     {dormir=0; //lo realice para el sleep
149     if (RB2)
150     {
151         do(salir=1; // para que salga antes del modo
152         cont_displ2=cont_displ2+1;
153         cont_modos2=cont_modos2+1;
154         display2(cont_displ2);
155         veloc = velocidad(cont_modos2);
156         delay_ms(100);
157         if(cont_displ2==6) cont_displ2=0; // control de la velocidad
158         if(cont_modos2==6) cont_modos2=0; //
159         }while(input(pin_b2)==0);
160         return;
161     }
162 }

```

Línea 155: la variable *veloc* toma el valor de la velocidad seleccionada.

```

71
72 int velocidad(int y2);
73 void retardo(int z);
74 int reloj(int w);
75 void alarma(int v);
76

```

Línea 73: *retardo()*. Esta función se encarga de generar el cambio de velocidad del barrido.

**Nota:** Al igual que en el modo de barrido, se puede ampliar o modificar la velocidad mostrando al indicación en formato BCD.

```

73 void retardo(int z);
74 int reloj(int w);
75 void alarma(int v);
76
77 //***** Declaración de variables *****/
78
79 int teclado=0,tarjeta=0,salir=0,cont_displ=0,cont_modos=0,cont_displ2=0,cont_modos2=0;

```

Línea 75: *alarma()*. Esta función se encarga de configurar el sonido. Su duración y frecuencia se puede ajustar modificando dicha función.

## Advertencias

Esta captura muestra las interrupciones. Se recomienda tener cuidado si se quiere modificar alguna de ellas.

Destacamos que los recuadros con puntos indican que el código está minimizado a fin de poder observar todas las interrupciones en una sola captura.



```

84 //***** Definición de interrupciones *****/
85
86 //***** Interrupción de switch *****/
87 #int_EXT
88 void EXT0(void)
89 {
90     if (RBO) ...
123 }
124 //***** Interrupción de barrido *****/
125 #int_EXT1
126 void EXT1(void)
127 {dormir=0; //lo realice para el sleep
128     if (RB1) ...
142 }
143
144 //***** Interrupción de velocidad *****/
145 #int_EXT2
146 void EXT2(void)
147 {dormir=0; //lo realice para el sleep
148     if (RB2) ...
162 }
163 //*****
164
165 #int_timer1
166 void timer1_isr(void)
167 { banderatimer++; ...
178 }
179 //***** PROGRAMA PRINCIPAL *****/

```



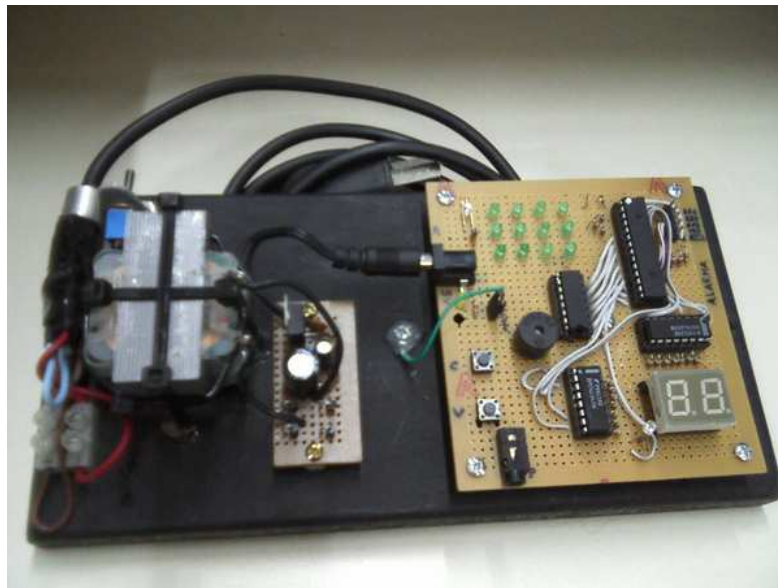
## Capítulo 5

En este capítulo se describirá la placa de prueba realizada para el comportamiento real del circuito, la programación del microcontrolador, y el diseño de las plaquetas para la distribución del hardware en el tablero.

### ***Placa de prueba***

Esta placa es una fiel representación del circuito simulado en Proteus.

Fue diseñada para obtener el comportamiento real del dispositivo, de lo cual se obtuvieron resultados que derivaron en modificaciones mejorando la performance del mismo.



## Programación del microcontrolador

Como se mencionó anteriormente se utilizó el software de la empresa CCS para realizar el código.

La herramienta utilizada para la grabación del microcontrolador es el Pickit2 de la empresa Microchip.

Este grabador es muy sencillo de usar y trae consigo un software de las mismas características.



El programador PickKit2, es una herramienta de programación para desarrollo de bajo costo. Es capaz de programar la mayoría de los microcontroladores y memorias seriales EEPROM de Microchip.

El PicKit2, también puede ser usado para *debuggear* los dispositivos seleccionados.



Leyenda:

1 - LEDs de estado

2 - Botón:

3 - Ranura de llavero

4 - Puerto USB

5 - Marca del PIN1

6 - Conector de programación

## Pinout del programador y el microcontrolador

### 1\_ LEDs de estado:

Los leds de estado indican el estado del PicKit2.

1 - Power (Verde) - La alimentación es aplicada al PicKit2 vía USB.

2 - Target (Amarillo) - El PicKit2 está alimentando un dispositivo.

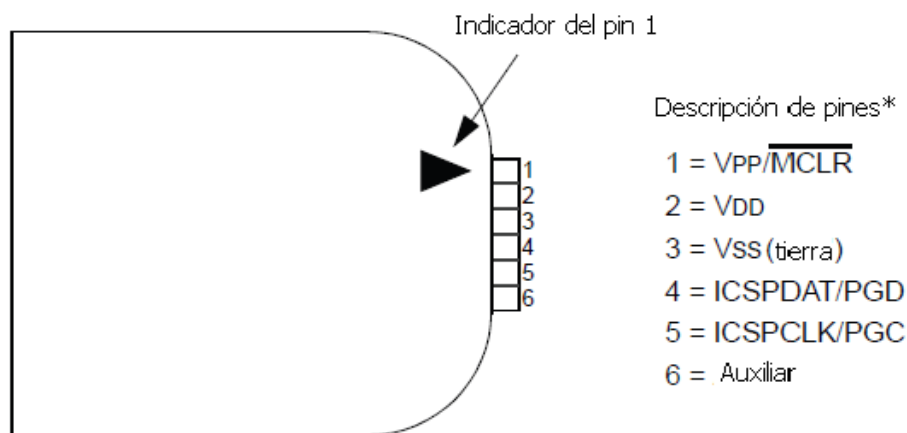
3 - Busy (Rojo) - El PicKit2 está ocupado con una función en progreso, tal como la programación.

## 6\_Conector de programación:

El conector de programación es de 6 pines con un espacio entre pines de .1" o .25mm que se conecta al dispositivo a programar.

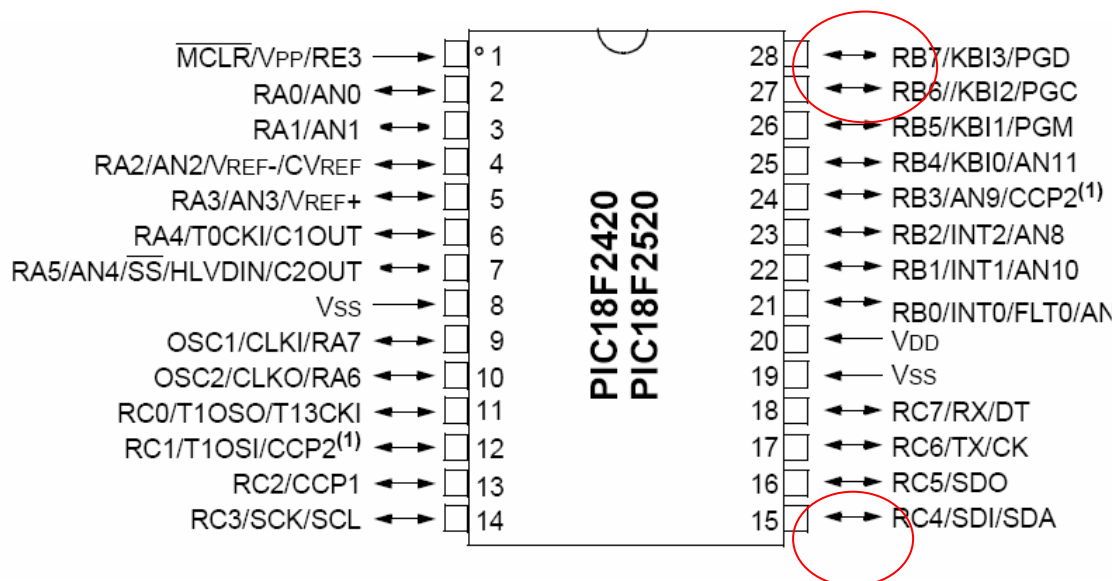
Ver las especificaciones de los pines de salida en la figura.

### PINES DE SALIDA DEL PROGRAMADOR Pickit 2



La tira de 6 pines con espaciado de .1" acepta pines cuadrados de .025"

### Indicación de pines que se usaran para la grabación del PIC

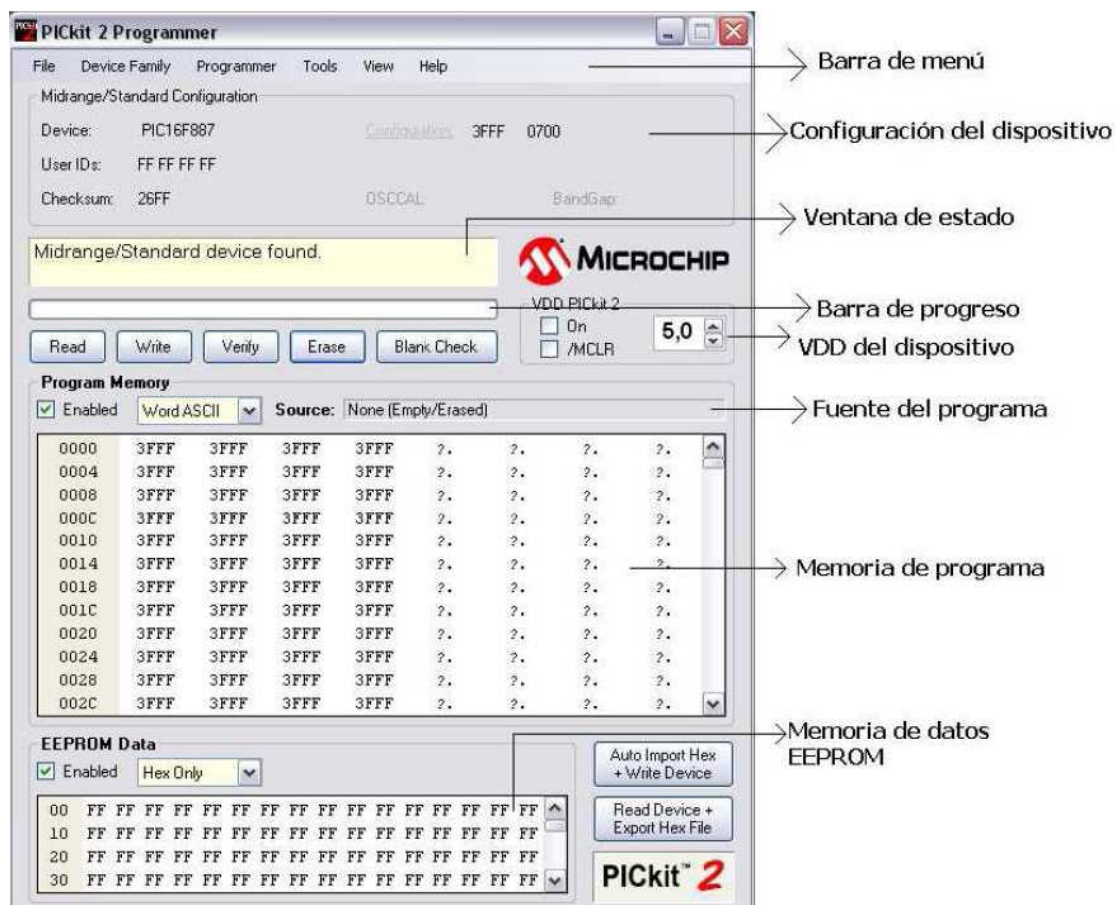


**Nota:** El pin 6 del cabezal del grabador se deja libre

## Descripción del software para la grabación del microcontrolador

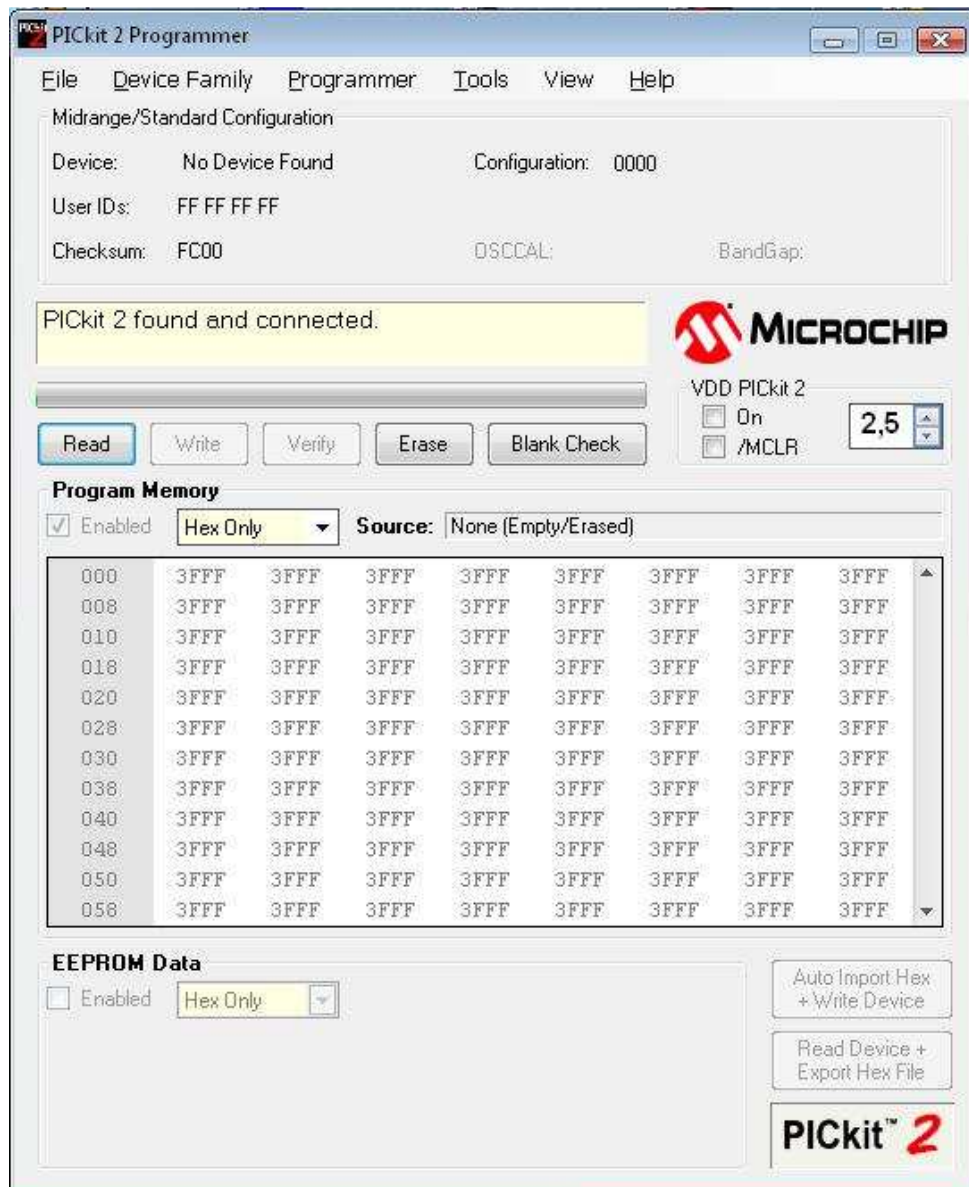
Se explicarán los pasos a seguir para la grabación del microcontrolador con imágenes que ilustran la secuencia.

Esta es una breve descripción de los parámetros de la ventana de dialogo.



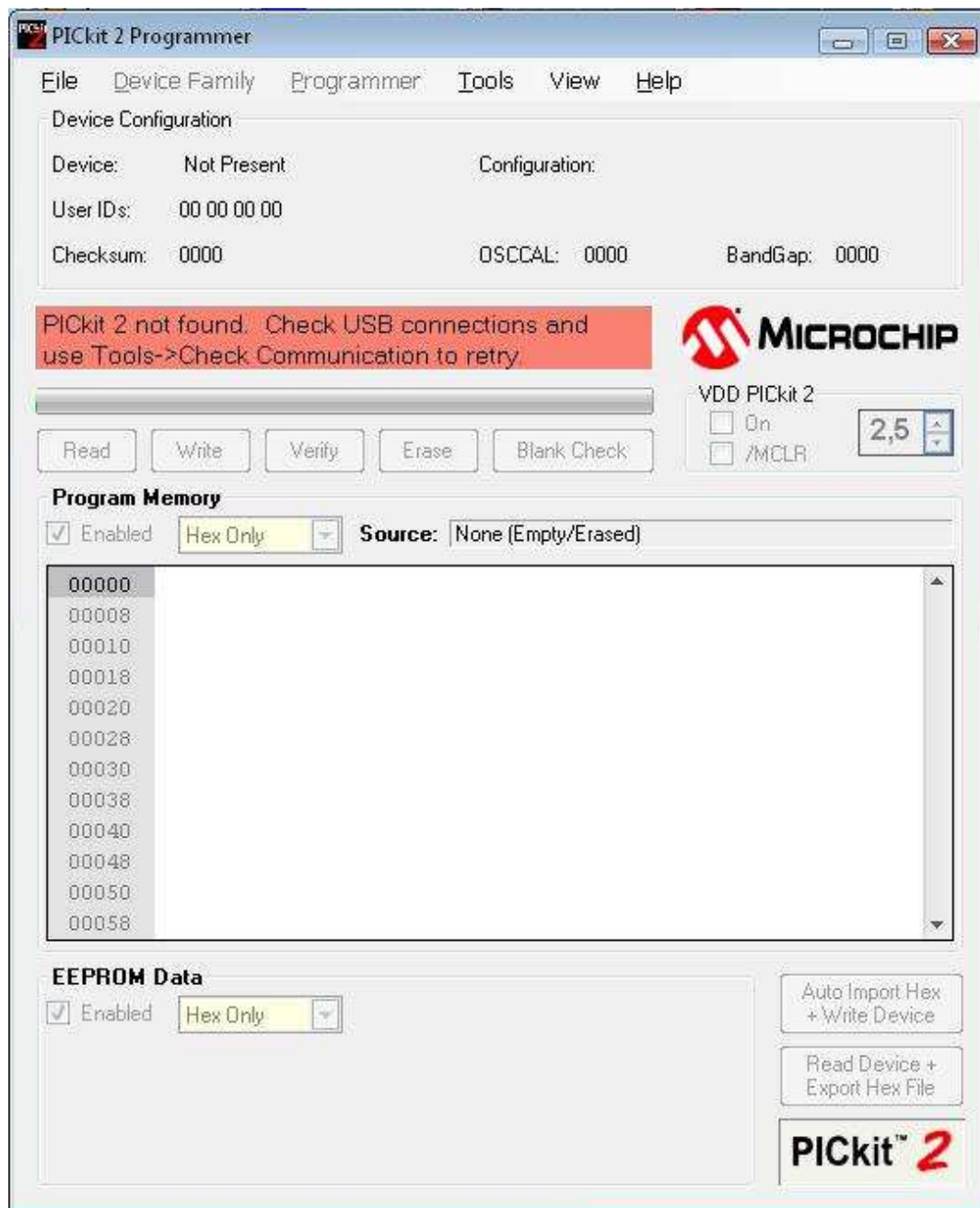
## Pasos para la grabación del PIC

Después de haber instalado el software, conectar el programador en el puerto USB disponible y correr el programa, aparecerá una pantalla como la siguiente:



En caso de que se corra el programa sin tener el grabador conectado aparecerá esta otra ventana indicando que no se encuentra el dispositivo Pickit2.





## ***Métodos para grabar el PIC***

### **Primer método: Grabación sin alimentación**

En este caso se puede diseñar una pequeña plaqueta con un zócalo para montar y desmontar el microcontrolador.

Dicha plaqueta deberá tener las conexiones de los pines dedicados para la grabación.

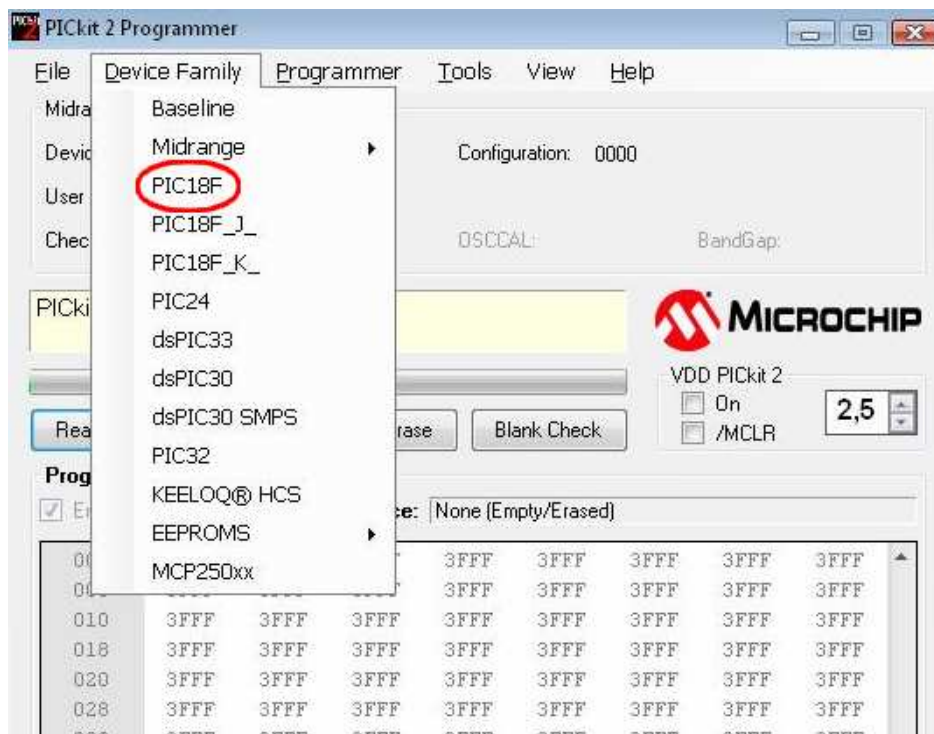
***Nota:*** Se aconseja terminar el conexionado en una tira de 6 postes (conector).

## Segundo método: Grabación con alimentación

En este caso el micro estará soldado en la plaqueta, con los demás componentes y la grabación del mismo se realizará energizando la placa madre.

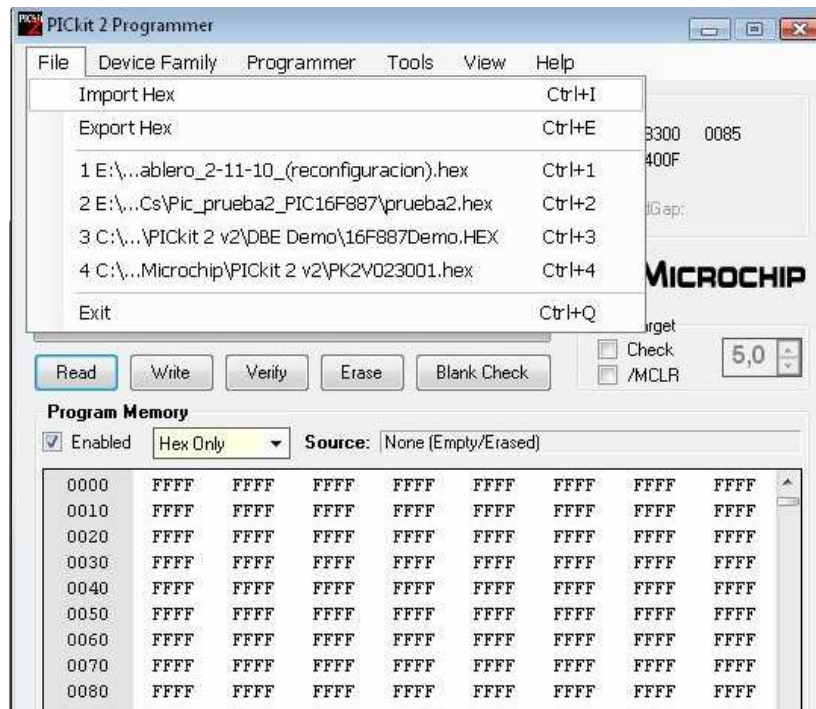
## Grabación sin alimentación

1. Conectar el grabador a la PC.
2. Correr el software.
3. Conectar el grabador a los pines de grabación de la placa.
4. El programa detectará el PIC automáticamente, en caso contrario especificar la familia de PIC de la siguiente manera:

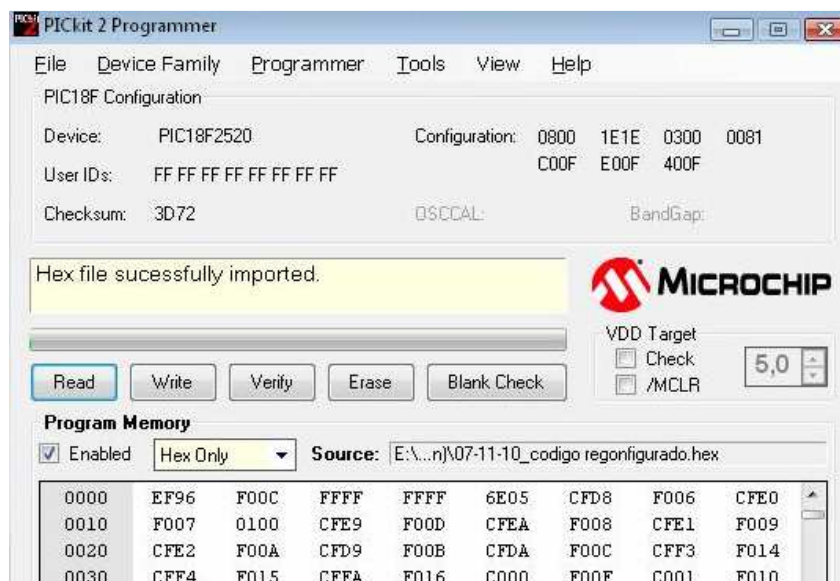


5. Importar el archivo .HEX

**File → Import hex (buscar el archivo donde fue compilado)**



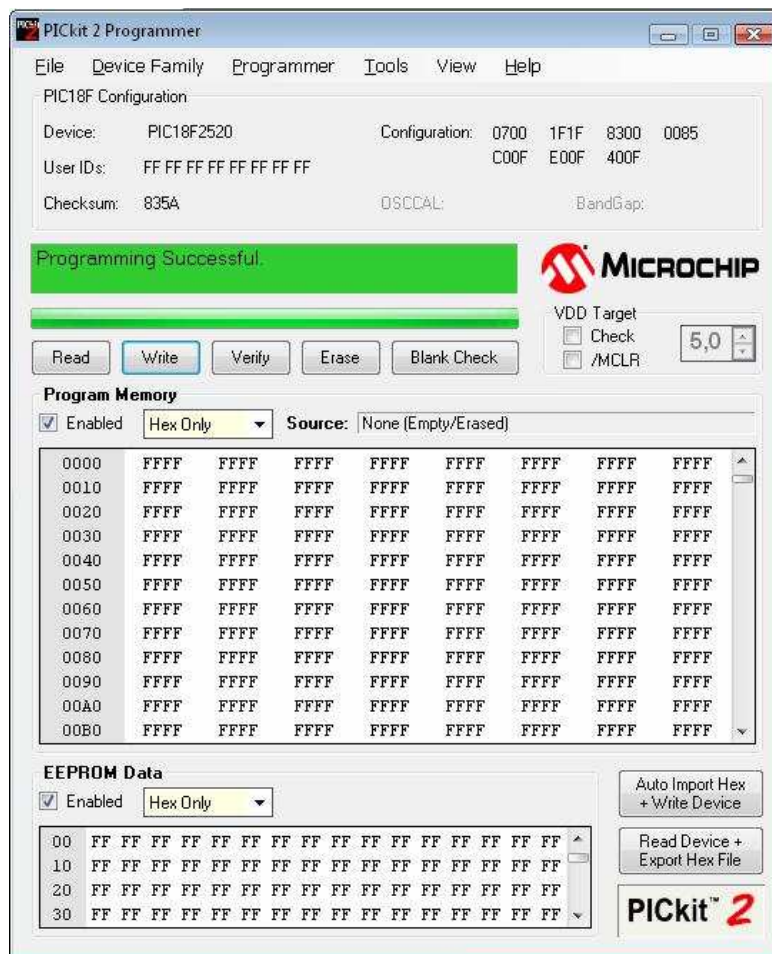
Luego de importar el archivo aparecerá la siguiente ventana:



6. Grabar el dispositivo haciendo clic en el botón **Write**.

**Nota:** si se graba con éxito aparece la siguiente imagen:

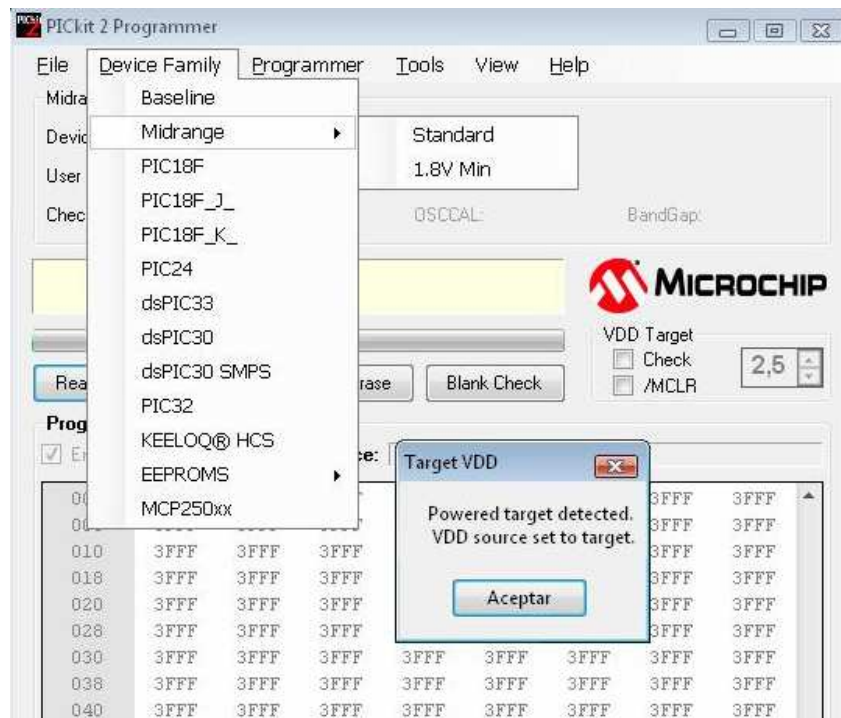




**Nota:** una vez hecha la grabación desconectar el cabezal.

### Grabación con alimentación

1. Conectar el grabador a la PC.
2. Correr el software.
3. Conectar el grabador a los pines de grabación de la placa madre energizada.
4. El programa detectará el PIC automáticamente, en caso contrario especificar la familia de PIC como se indicó en el apartado *Grabación sin alimentación*.
5. En este caso aparecerá la siguiente ventana:



**Nota:** Aceptar y seguir la grabación con los pasos antes mencionados.

### **Resultados obtenidos de la placa de prueba**

Realizando pruebas con la placa, se fueron modificando especificaciones de los componentes con el fin de reducir el consumo de energía.

Se realizaron depuraciones del código para lograr mayor confiabilidad en la respuesta del mismo.

En el análisis de la distribución de los componentes, ya en el tablero en sí, se decidió dividir el circuito en módulos, teniendo una placa madre central y periféricos a ser controlados.

De esta distribución se generaron:

- ✓ Plaqueta madre.
- ✓ Plaqueta panel configuración.
- ✓ Plaqueta de luces y sonido de alarma.
- ✓ Plaqueta de matriz de luces.
- ✓ Plaqueta de cargador de batería.

### **Plaqueta madre**

Esta placa contendrá el microcontrolador usado, el arreglo de transistores para comandar la matriz de led, los decodificadores de 7 segmentos para los displays con sus respectivas resistencias limitadoras. También contará con la entrada de alimentación y fichas de conexión.

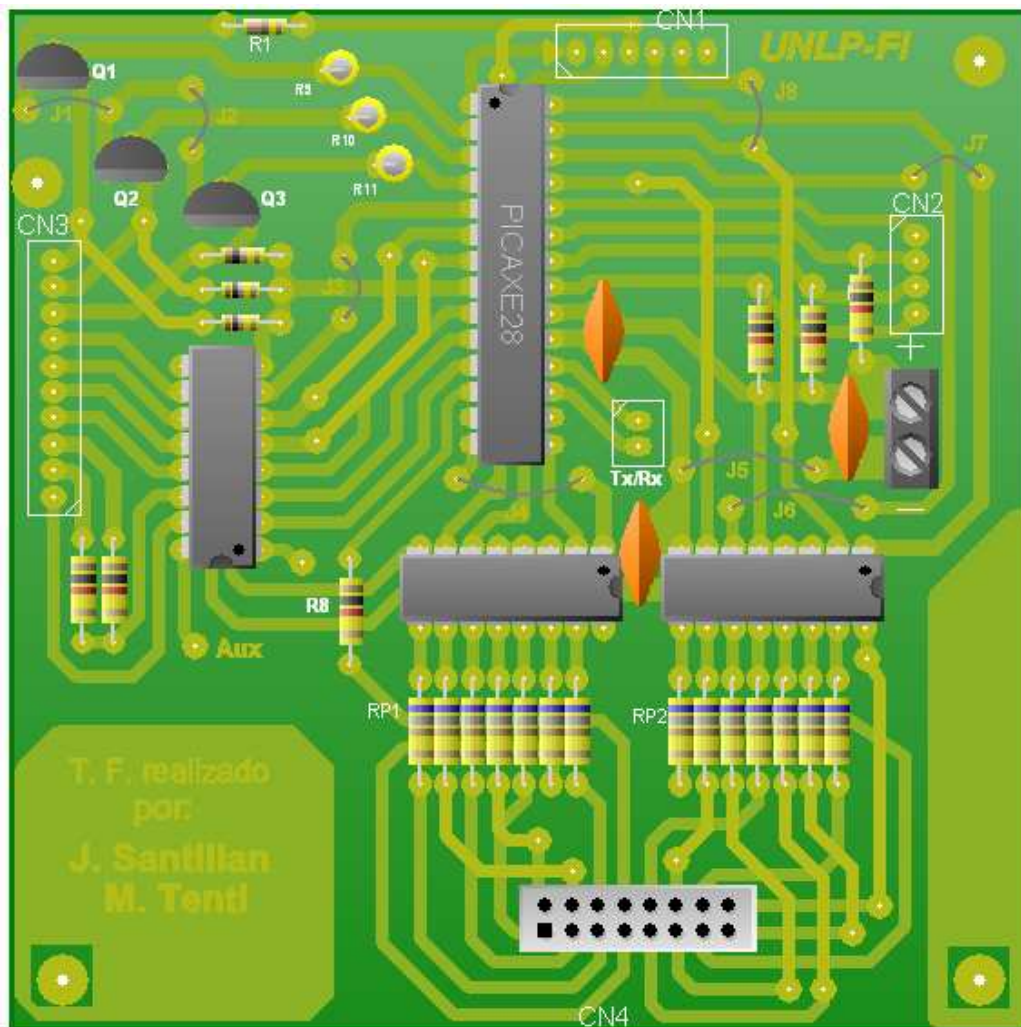
Las fichas de conexión conectarán la matriz de leds, el panel de configuración, los pulsadores y el switch.

Poseerá los pines para la programación on-board (en la plaqueta).

El criterio utilizado para la distribución del circuito fue concentrar los componentes de control en la placa madre.

### ***Imágenes de los PCBs en vista real***

**Vista de la placa madre** (realizada con el software PCB Wizard)



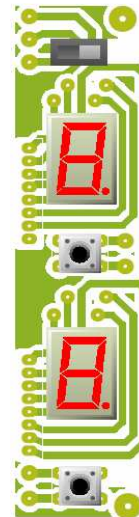
### Plaqueta panel configuración

Esta plaqueta contendrá el display de configuración de velocidad con su pulsador y el display de configuración de barrido con su pulsador.

Además contará con la llave selectora para la activación del sonido.

### Plaqueta de luces y sonido de alarma

Esta plaqueta contiene un Buzzer y 2 leds que son los indicadores de alarma o señalización.



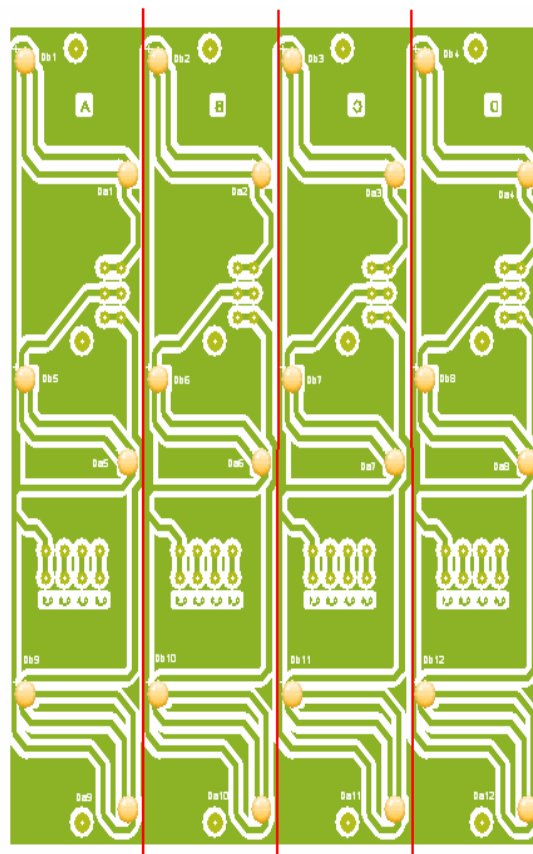
### Plaqueta de matriz de luces

En estas 4 plaquetas se observa la disposición de los leds que iluminarán las tarjetas del comunicador.

Además se ven los pines donde se conectarán las 4 plaquetas formando la matriz.

En la imagen se observan líneas de color rojo, que indican donde se deben separar las plaquetas.

Se las rotuló A, B, C y D para que, en el capítulo de Armado, se las identifique para su conexión al sistema.



## Capítulo 6

### ***Mediciones realizadas***

#### **Consumo**

Según las mediciones realizadas con un multímetro, el consumo en estado stand by es de 70mA.

Con máxima carga el equipo consume, en promedio, 120mA.

La autonomía aproximada con una batería de 2100mA/h sería de 20hs.

#### **Dimensiones de la placa madre**

Buscando tamaños comerciales de plaquetas vírgenes e intentando optimizar el tamaño, se llegó a una medida estándar de 100mm x 100mm doble capa.

#### **Dimensiones de la placa de configuración**

Debido a que esta plaqueta irá en un costado del tablero, para que el usuario tenga un acceso más simple para configurar las opciones y que el tamaño del mismo tenga el menor espesor posible, se llegó a las siguientes dimensiones para la plaqueta de configuración: 150mm x 22mm

#### **Dimensiones de la placa de alarma**

Dicha placa se ubicará en la parte posterior superior del tablero.

Ya que requiere de un buzzer y dos leds tendrá un tamaño reducido, que será: 50mm x 25mm.

#### **Dimensiones del tablero**

Las dimensiones se eligieron teniendo en cuenta la portabilidad del dispositivo así como su peso: 295mm x 225mm x 40mm.

### ***Software utilizado para la realización del PCB***

El programa elegido fue PCB Wizard, diseñado para el ámbito educativo, que permite crear esquemas de circuitos electrónicos y a partir de éstos, obtener de una manera sencilla el diseño del circuito impreso a una o dos caras.

Es muy intuitivo, de manejo sencillo, y no requiere demasiados recursos del PC.

Este programa se usó para realizar todos los PCBs.

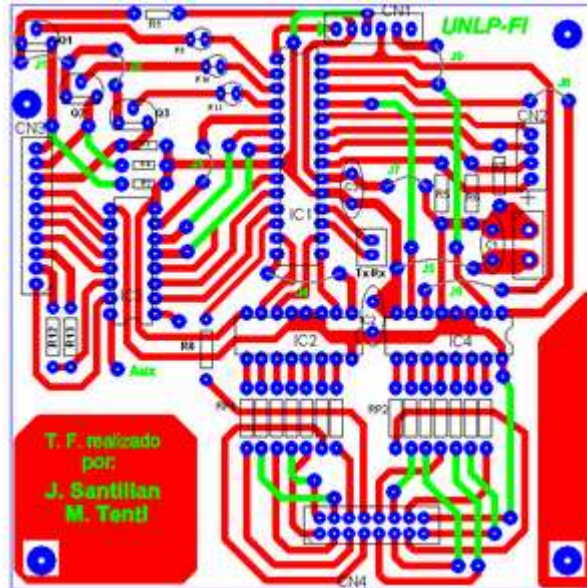
Cada plaqueta fue optimizada con dicho programa para lograr cumplir con las dimensiones requeridas para cada caso.



## Placa madre

Diseño del PCB en doble cara.

En la figura se representan las dos caras, en color rojo el lado de la soldadura y en color verde el lado de los componentes.

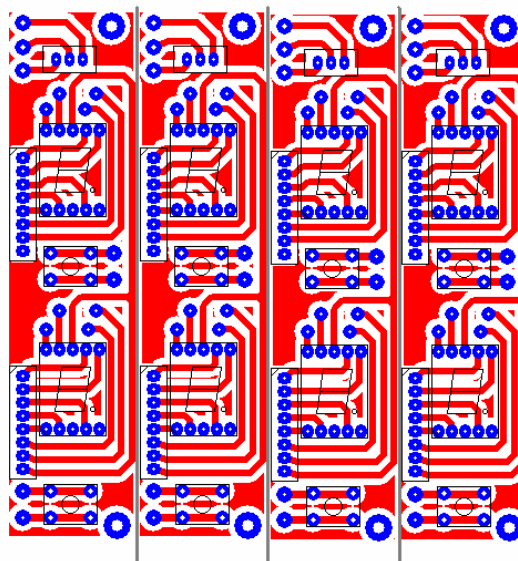


## Placa de configuración

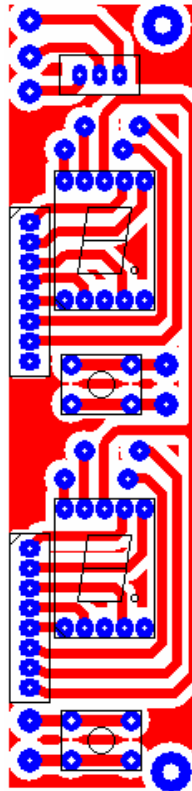
El diseño del PCB es de una sola cara. Se creo un PCB que tiene incorporadas las 4 plaquetas para aprovechar el tamaño de una plaqueta comercial de 100mm x 100mm.

Cada comunicador requerirá una sola de estas 4 plaquetas. Las restantes serán usadas para otras unidades.

Se marcaron divisiones para notar que al momento del armado deben separarse mecánicamente.



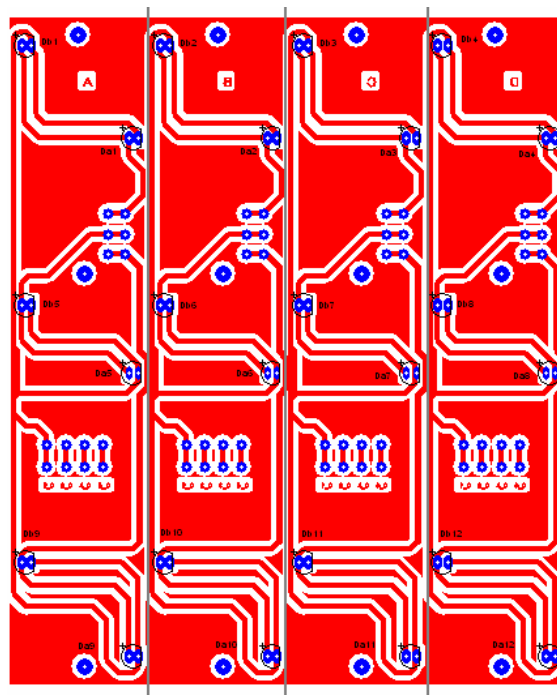
Una vez cortadas las placas, el panel de configuración queda de la siguiente manera:



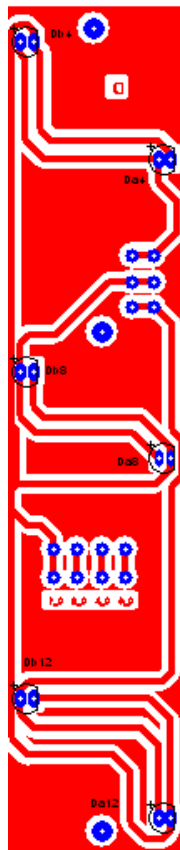
### Placa de matriz de leds

Cada una de estas planchas de PCB se aplica a un comunicador.

Para su uso se deben separar cortándolas por donde indica la línea quedando de manera independiente de la siguiente forma:

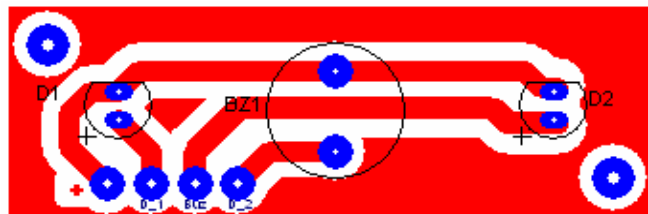


De esta forma queda la plaqueta una vez cortada:



### Placa de alarma

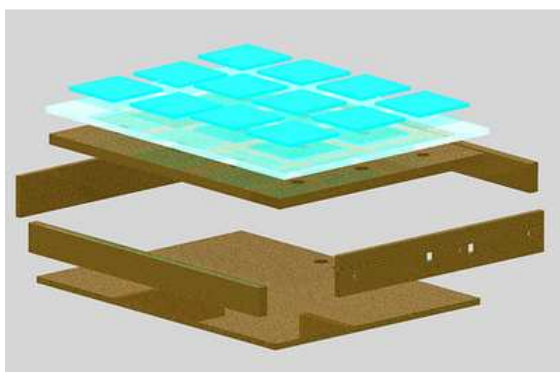
Este es el PCB de alarma que contiene el Buzzer y dos leds de indicación.



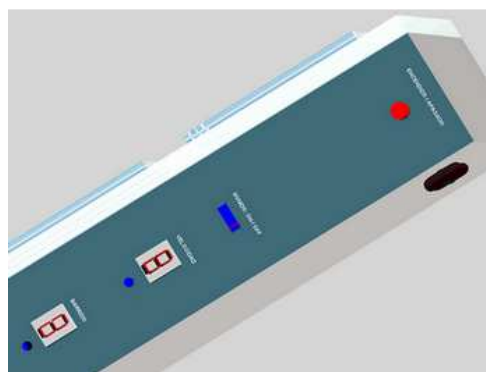


## ***Software utilizado para la explicación del armado del gabinete***

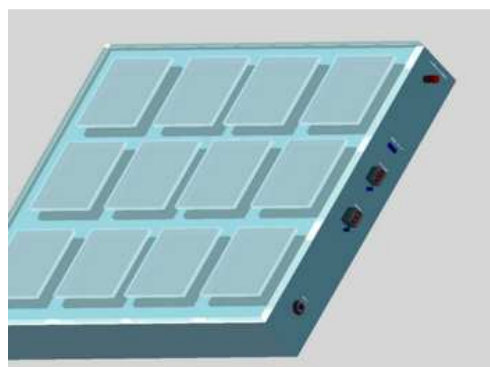
Se utilizó el software Autocad 2007, con el cual se crearon vistas a escala del tablero, como así también el despiece del mismo. Las imágenes obtenidas se utilizarán para realizar la explicación de armado y ensamble.



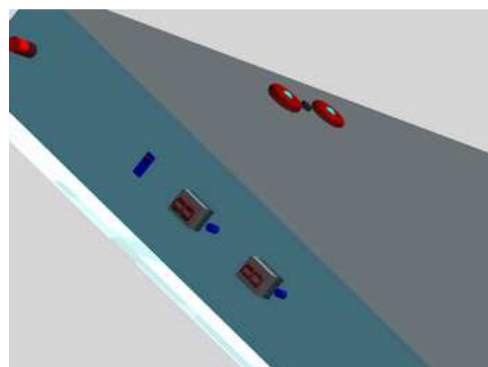
***Fig. 1 - Despiece del tablero***



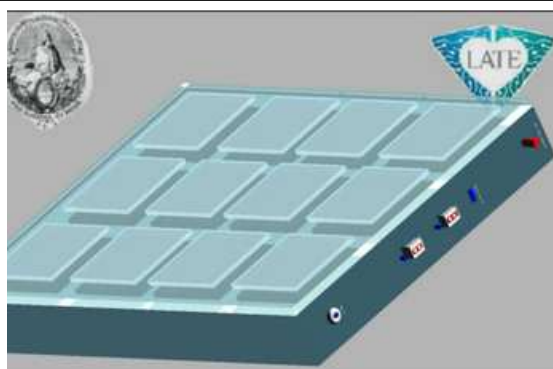
***Fig.2 - Vista panel configuración***



***Fig.3 - Vista tarjetas***



***Fig.4 - Vista de alarma***



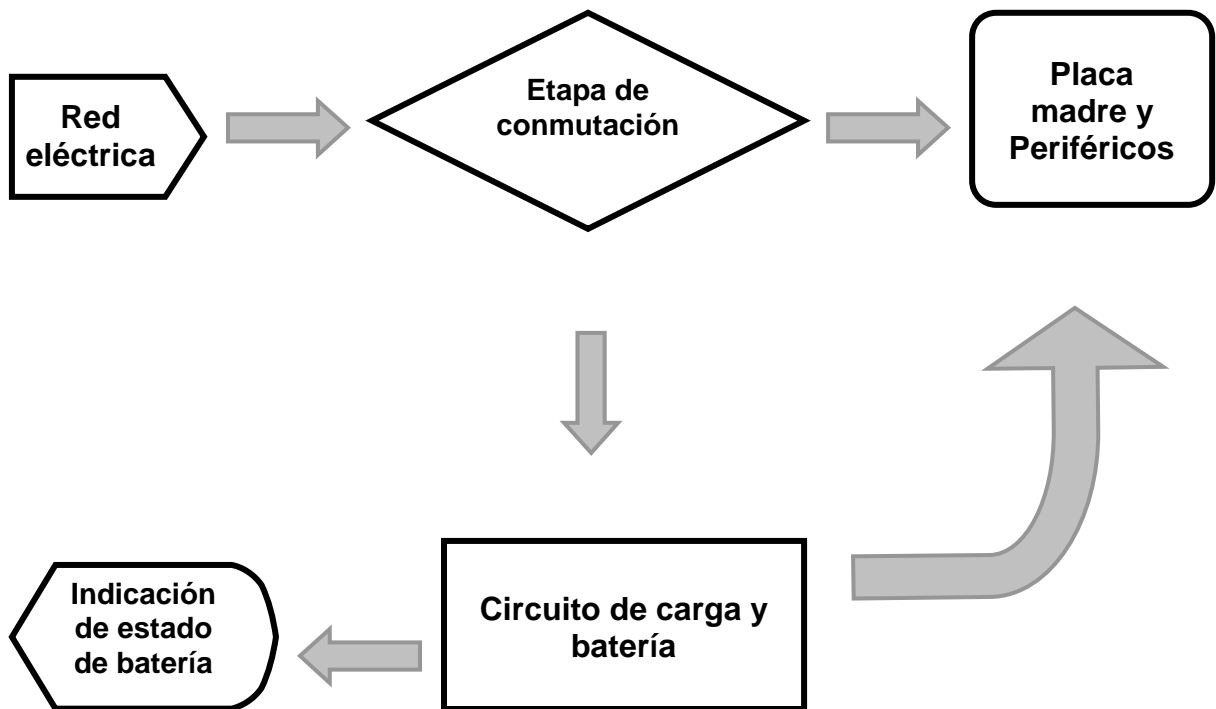
***Fig.5 - Vista general***

## Capítulo 7

### ***Etapas de alimentación***

En este capítulo se describirá el circuito de alimentación, observando el módulo de carga de batería y la conexión a la red eléctrica domiciliaria.

#### **Diagrama en bloque del circuito de carga**



### ***Descripción general***

El circuito de alimentación poseerá una etapa de conmutación que será la encargada de cargar la batería, cuando esta lo requiera, y suministrar energía al dispositivo durante el proceso mencionado.

El circuito de carga de batería contará con una etapa para el testeo del nivel de la misma. Cuando la batería llegue a su umbral de descarga se encenderá una luz roja indicando su recarga.

Al iniciarse la recarga de la batería se encenderá una luz verde durante este proceso. Dichas indicaciones lumínicas estarán en el costado izquierdo del tablero, al lado de la entrada de alimentación.

### **Análisis de las posibles tecnologías de baterías a utilizar**

Se encuentran en el mercado diferentes clases de baterías de acuerdo al tipo de componente que genera su carga.

Entre las más populares podemos mencionar:

- Baterías de níquel cadmio.
- Baterías de níquel metal hidruro.
- Baterías de litio ion.

### **Análisis de la batería de Níquel-Cadmio**

Esta batería fue en sus comienzos una de las más utilizadas en el área de comunicaciones telefónicas, tanto fija como móvil.

Este tipo de batería tiene la característica de poseer “memoria”, esto implica que para su recarga, la batería deberá estar completamente descargada y su nivel de carga se debe realizar hasta completar su capacidad.

Esta batería no posee una gran autonomía por lo que los dispositivos alimentados por la misma deben cargarse regularmente.

El cargador de estas baterías es relativamente sencillo, finalizando el proceso de carga luego de cumplido un tiempo del mismo.

No poseen problemas frente a sobrecargas.

### **Análisis de la batería de Níquel-Metal-Hidruro**

Estas baterías son una mejora de las anteriores. Poseen menos “memoria” y una mayor autonomía, lo que las hace aptas para aplicaciones donde se requieran mayores tiempos de portabilidad de los dispositivos.

Los cargadores para este tipo de batería son un poco más sofisticados, requiriendo el sensado de tensión máxima y temperatura.

### **Análisis de la batería de Litio-Ión**

Esta tecnología tiene pocos años en el mercado comercial.

Una de sus virtudes es la alta capacidad de almacenamiento de energía por masa y por ende una alta autonomía también.

Estas baterías necesitan un sensado de su descarga y carga mucho más riguroso que las tecnologías anteriores, ya que los niveles de capacidad no deben caer de cierto umbral ni sobrepasar la tensión máxima.

Por esto los cargadores deben contar con las protecciones adecuadas y un nivel de sensado que asegure una óptima carga.

Hay que notar que la sobrecarga de estas baterías puede ocasionar, incluso, fuego en el dispositivo alimentado.

### **Elección de la batería**

Por lo expuesto anteriormente se realizó un balance entre autonomía, capacidad y seguridad (particularmente por el tipo de aplicación para la cual está dirigida) y se decidió utilizar las baterías de níquel-metal.

## Características técnicas

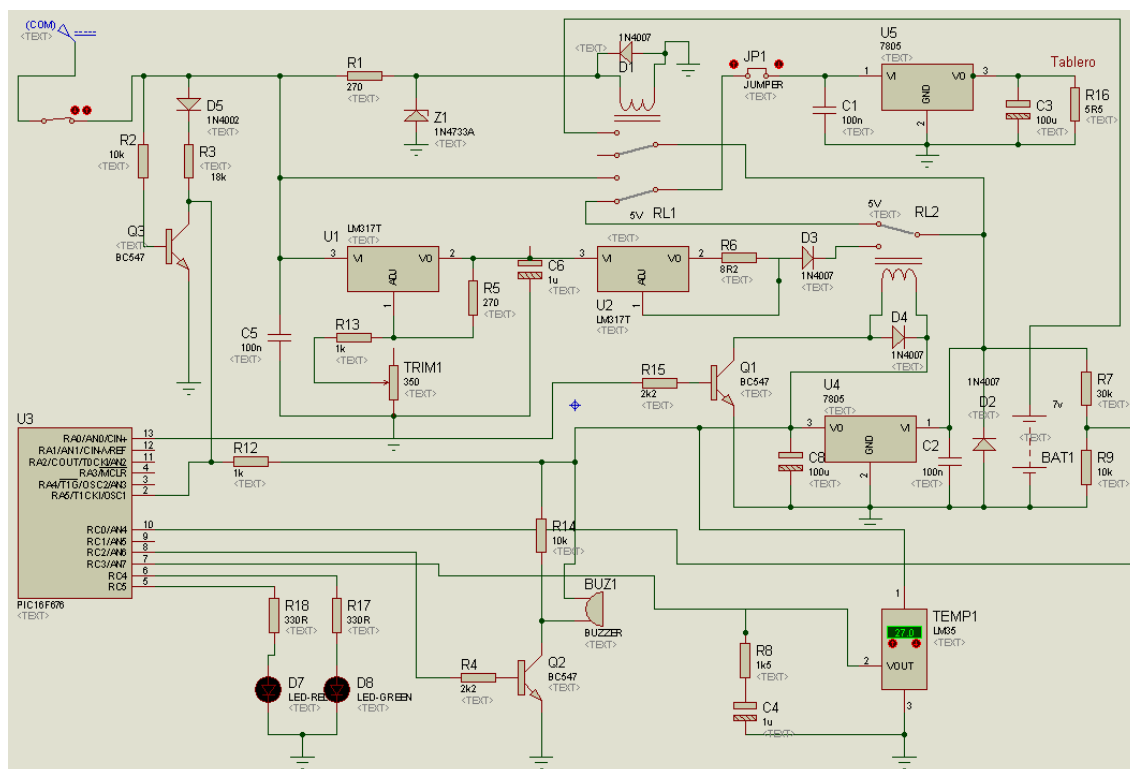
La batería recomendable deberá ser de Níquel-Metal-Hidruro (NiMh) de 7,2V y una corriente igual o superior a 1500mAh para una mayor autonomía.

Se debe tener presente que existe una limitación en el tamaño, ya que el espesor interno del tablero es de 25mm, con lo cual la batería no debería superar los 21mm dejando un resto para su fijación.

El consumo aproximado del comunicador será de 90mA.

El adaptador AC-DC que se utilizará deberá tener una salida de continua en el rango de 16V a 20V y 500mA.

## Circuito esquemático del cargador

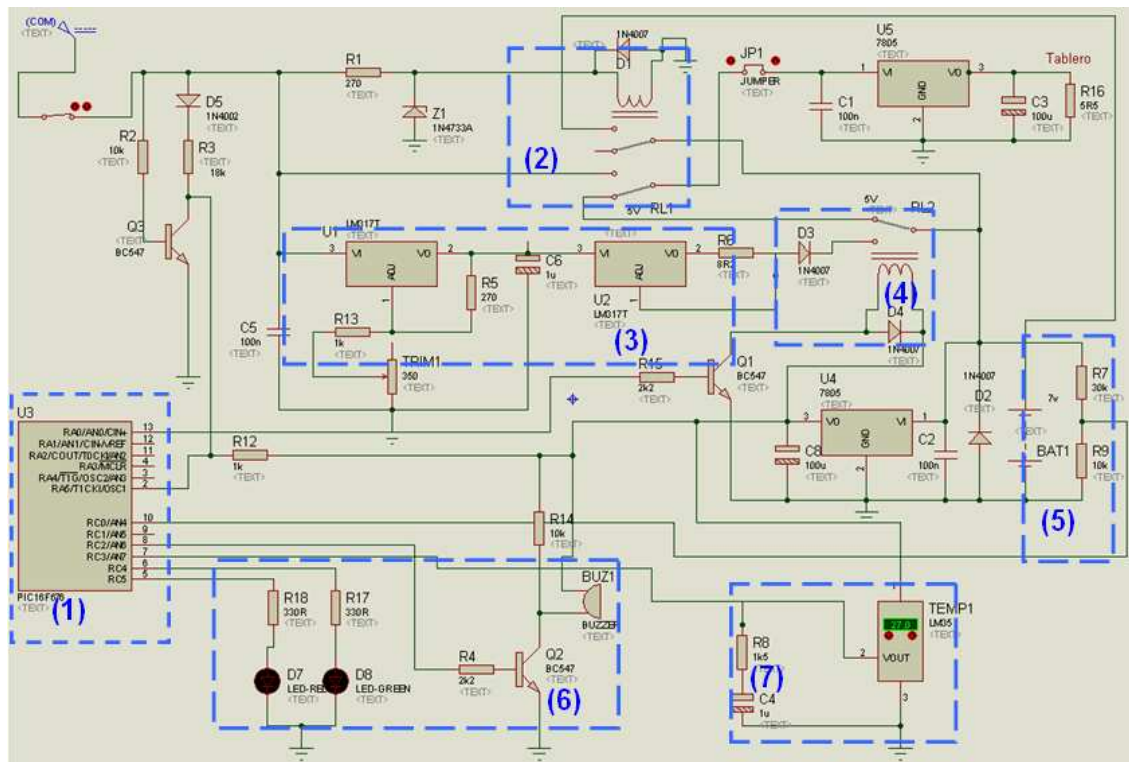


En este esquema se muestra el conexionado de todas las partes que conforman la etapa de carga y conmutación.

El microcontrolador utilizado es un PIC el cual sensa la tensión máxima y mínima en la batería, al igual que su temperatura y la pendiente de carga.

Estos parámetros permiten un mayor control de la descarga y carga de la batería aumentando su vida útil y proporcionando una mayor autonomía.

## Descripción de los módulos del cargador



El circuito consta de 7 etapas fundamentales que se describirán brevemente.

**Etapla controladora (1):** Esta etapa consta de un PIC y se encarga de sensar y controlar la correcta carga de la batería.

Además sensa la descarga a fin de dar aviso para iniciar una recarga de la batería.

Las variables a sensar son tensión umbral, tensión mínima, tensión máxima, temperatura máxima y la pendiente de carga.

**Etapla de conmutación (2):** Esta etapa realiza una conmutación ni bien se conecta el adaptador de red eléctrica. Esto permite desconectar el aparato de la batería y realizar su alimentación vía red eléctrica, y también alimentar la etapa de carga.

**Etapla de regulación de potencia (3):** Esta etapa consta de dos reguladores LM317T que en conjunto regulan tensión y corriente para la carga.

**Etapla de conmutación de carga (4):** Esta etapa es controlada por el PIC, la cual en condiciones normales conmuta cuando se requiere una recarga.

**Etapla de sensado de tensión (5):** Por medio de un divisor resistivo se sensa la carga y descarga de la batería.

**Etapla de alarma (6):** Este módulo emite un aviso visual y sonoro para indicar el estado de carga del circuito.

**Etapla de sensado de temperatura (7):** Mediante un circuito integrado (LM35), se sensa la temperatura durante la carga de la batería.

## ***Breve explicación del funcionamiento del circuito***

### **Durante la descarga normal**

Partiendo del estado de batería cargada, el microcontrolador sensa continuamente la tensión de la misma.

Cuando su tensión decae por debajo de una tensión mínima, previamente fijada, el PIC **(1)** emite un aviso mediante una luz roja intermitente seguido de beeps sonoros, etapa **(6)**.

Si la tensión sigue decreciendo, demorándose la recarga y cae por debajo de un umbral entonces se interrumpe el flujo de potencia hacia el dispositivo por medio de la etapa **(4)**.

Esta condición se mantiene hasta que se detecta la conexión del adaptador de red eléctrica.

### **Durante la carga**

Al conectarse el adaptador AC-DC actúa la etapa **(2)** permitiendo el inicio de la carga normal.

En esta condición el PIC se encarga de medir tensión máxima, temperatura máxima y la pendiente de carga.

Si la tensión sensada supera a la tensión máxima prefijada, el microcontrolador accionará la etapa **(4)** interrumpiendo el circuito de carga.

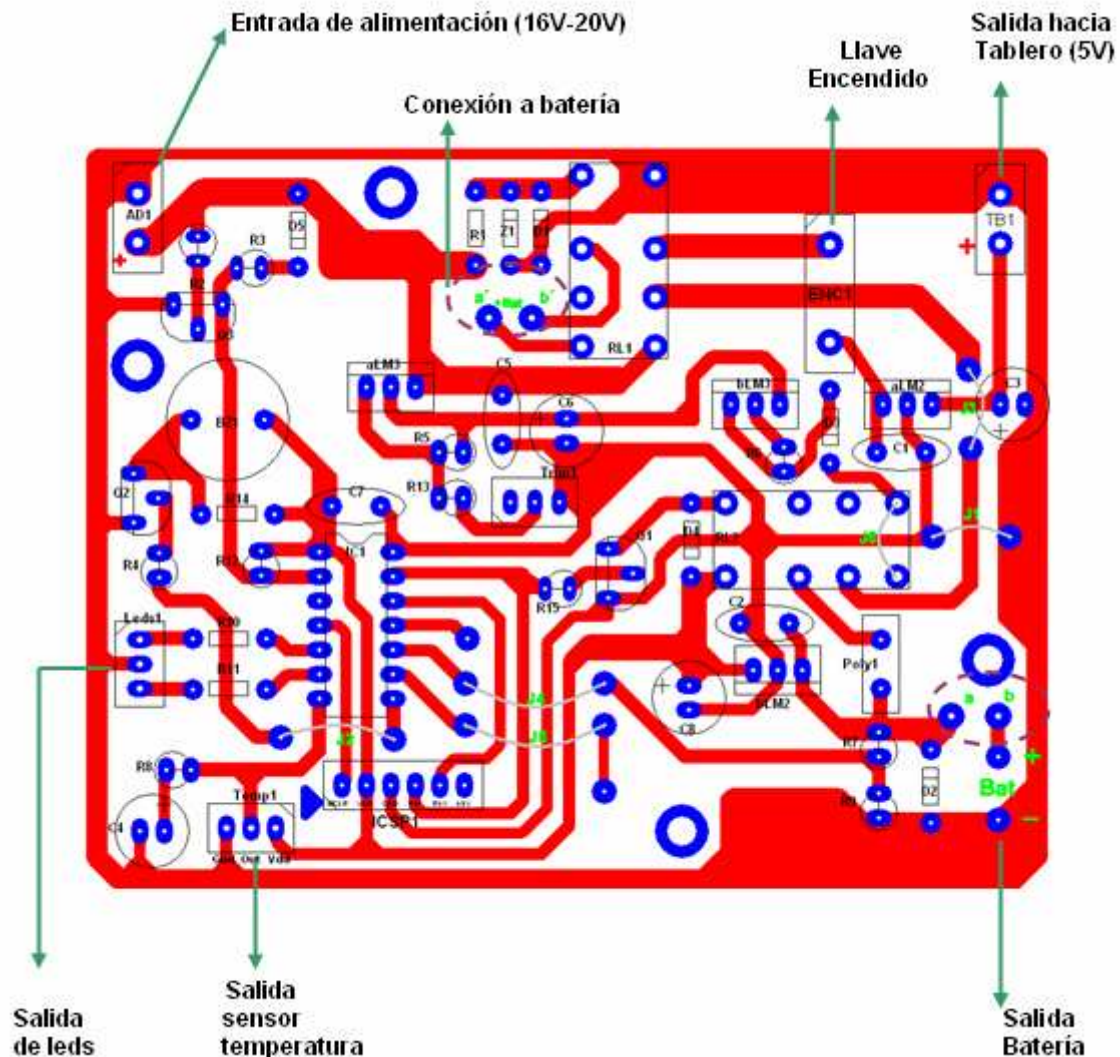
La misma acción se realiza si se llega a la temperatura máxima prefijada.

El relevamiento de la pendiente de carga permite discernir y anticipar un exceso de carga. En caso de que dicha pendiente supere la fijada, el circuito conmutará la carga.

## ***Vista del PCB de la placa de carga y conmutación***

En la siguiente imagen se mostrará el PCB de la placa indicaciones de entradas y salidas.





**Entrada de alimentación:** Aquí se conectará la alimentación externa proveniente de un adaptador AC con salida de tensión continua en el rango de 15V a 25V.

**Llave encendido:** Aquí se conectará la llave que permite encender y apagar el comunicador según se desee.

**Salida hacia tablero (5V):** Estos pines conectan la placa madre y demás periféricos a una tensión de 5V regulados.

**Salida de leds:** Estos pines conectan el led bicolor que indicará el estado de carga de la batería.

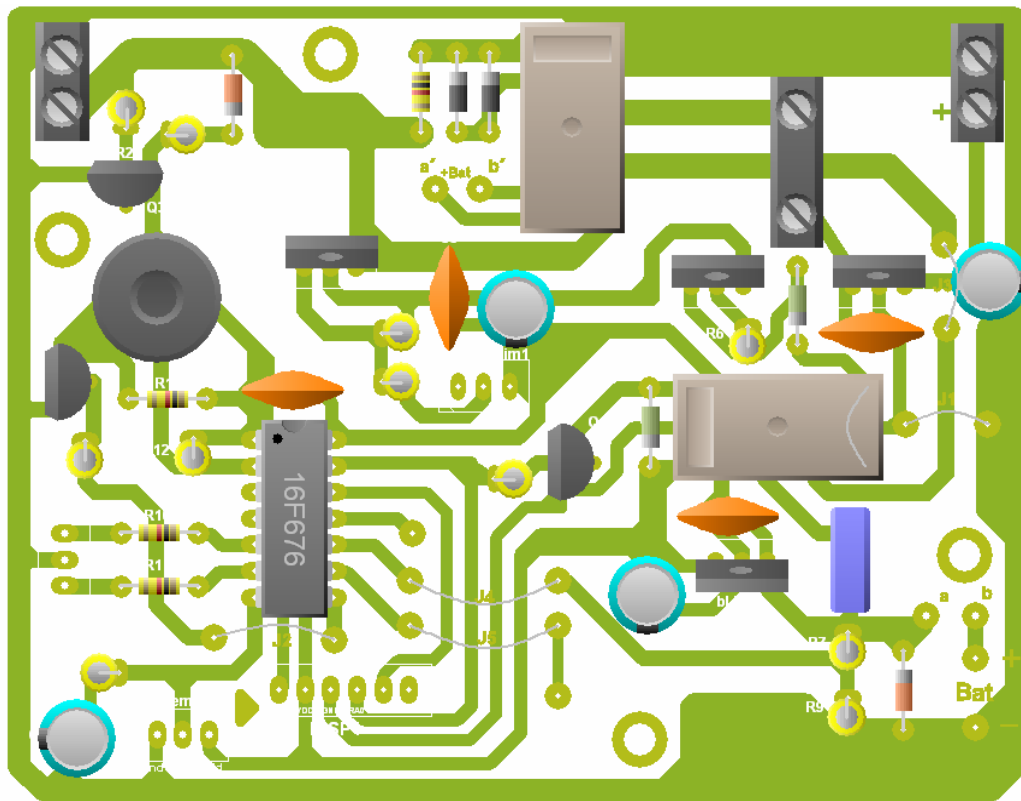
**Salida sensor de temperatura:** A estos pines se conectará el sensor de temperatura que irá adherido a las pilas recargables. Este sensor tiene el propósito de prevenir un exceso de temperatura que dañe las baterías.

**Salida batería:** En esta bornera se conectará la batería de 7,2V o el arreglo de pilas a tal efecto.

**Conexión a batería:** En los círculos punteados se pueden observar los puntos a, a', b, b'. Estos deben conectarse del siguiente modo: **a** con **a'** y **b** con **b'**.



Aquí se puede observar una vista de la placa con sus componentes, simulada en el software PCB Wizard.



**Nota:** El trimpot Trim1 deberá ajustarse de manera de lograr una tensión en vacío a la salida del diodo D3 de 10,7V aprox. Este valor tiene en cuenta la caída que existe en el regulador bLM2 y aporta a la batería una tensión final de 8,35V aprox.

## Capítulo 8

### Armado del comunicador

#### Placa madre

A partir del PCB obtener la plaqueta de doble cara.

**Nota:** El PCB fue realizado con doble capa y por lo tanto se usaron through-hole (agujero pasante) para conectar ambas. Dependiendo de la tecnología usada dicha plaqueta puede obtenerse con los through-hole ya mecanizados o bien, como se hará en el laboratorio de impresos de la facultad, realizar la conexión a mano de ambas caras en el lugar donde se halle el through-hole.

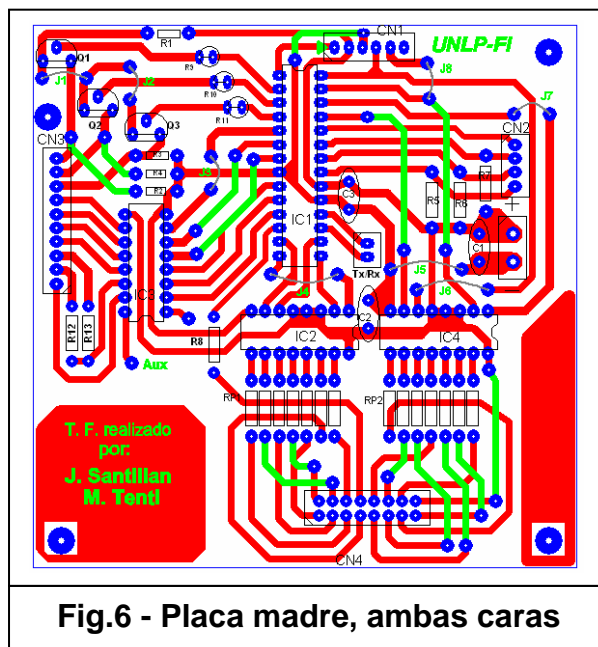
Secuencia de montaje de componentes:

1. Realizar la conexión de caras donde se halle un *through-hole*.
2. Realizar la conexión donde se hallen *jumpers*.
3. Montar las fichas de conexión.
4. Montar los componentes comenzando por los resistores, siguiendo por los capacitores y terminando con los circuitos integrados.

En el circuito que muestra la figura se puede observar ambas pistas del PCB, por lo que cada una de las caras es representada por un color para obtener una mejor interpretación.

El color verde indica el lado donde irán los componentes.

El color rojo indica el lado de la soldadura.



En esta sección se comentará la resolución de los through-hole y los jumpers.

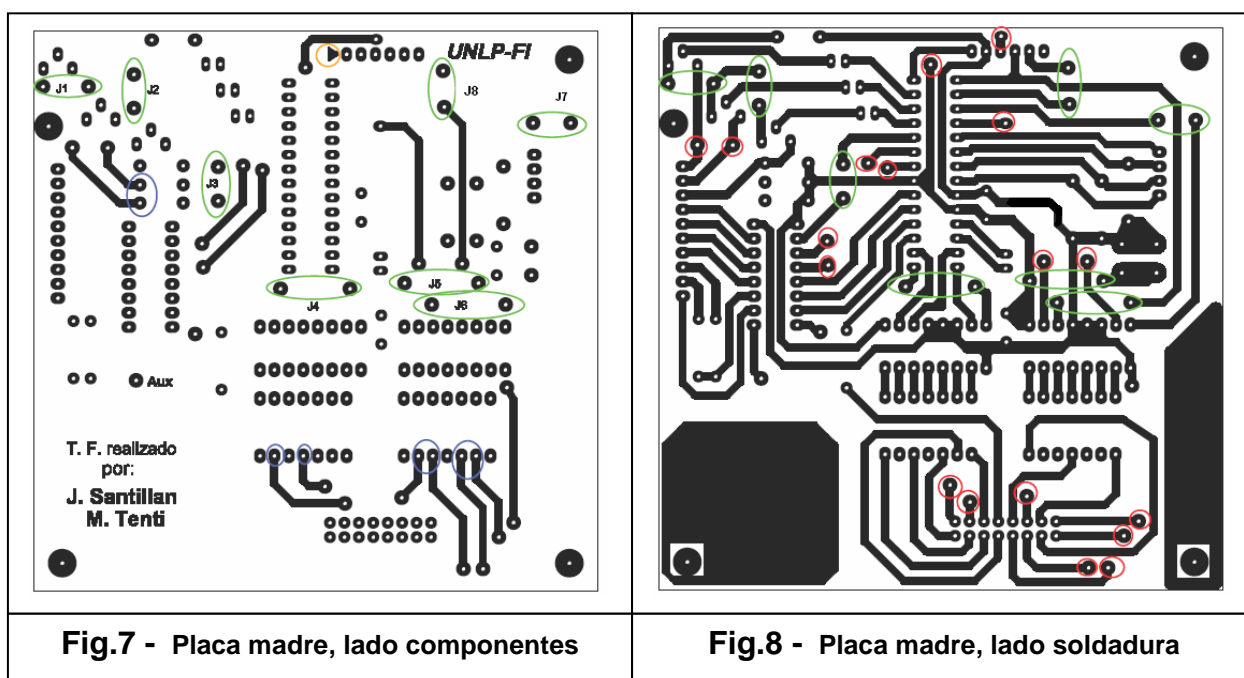
En las siguientes figuras se muestran con círculo rojo los through-hole, en óvalos verdes los jumpers y en azul los componentes soldados del lado de la cara principal.

Para conectar ambos lados de la placa en donde exista un through-hole, simplemente, se pasará un pequeño tramo de conductor de lado a lado y se soldará ambas caras.

Existen componentes que requieren una soldadura en ambas caras ya que sus pines pasan a través de un through-hole.

Otros componentes requieren soldadura solo del *lado de componentes*.

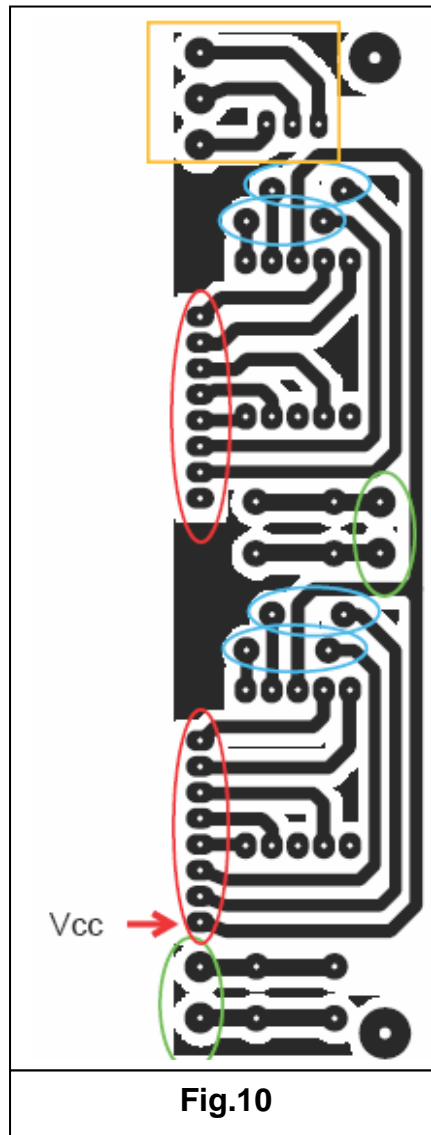
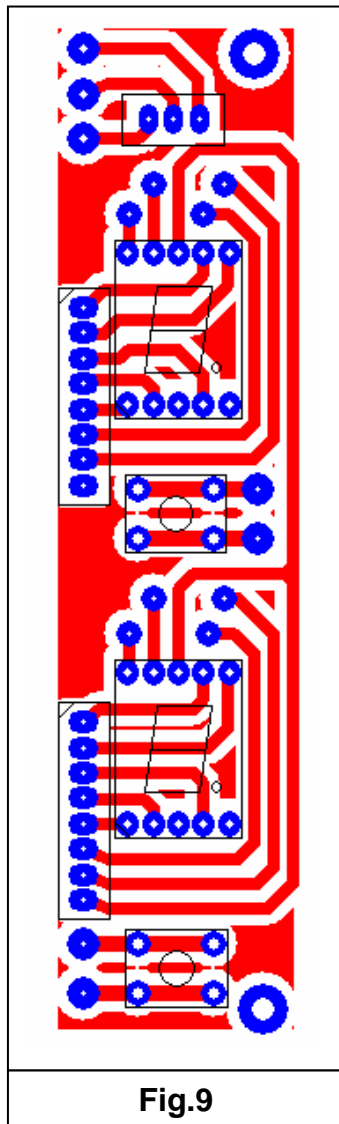
**Nota:** Para una mejor comprensión remitirse a las figuras 6, 7 y 8 del PCB.



**Nota:** Estas figuras aparecen amplificadas en el Anexo II para una mejor visualización de los componentes, y que puedan así servir como guía a la hora del armado.

También se incorpora una versión que contiene sólo through-hole en caso de tener la posibilidad de su mecanizado en una fábrica dedicada (ver Anexo II, Fig. D).

## Placa de configuración



Como se observa en la figura se colocarán cuatro (4) jumpers en las secciones marcadas con ovalo color azul.

Se soldará cable plano en los óvalos rojos siendo un extremo Vcc y siguiendo el orden de los ojaes. Al finalizar, el cable plano quedará partido en dos mazos de 8 conductores cada uno.

La soldadura se realizará del lado de la cara con cobre saliendo la tira de cables planos hacia atrás. (análogo a los paneles frontales de una PC).

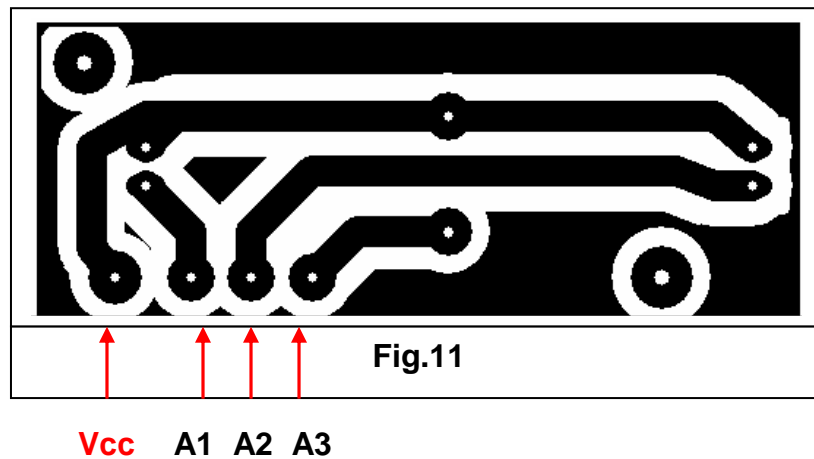
**Nota1:** Para mayor claridad ver fotografías en Anexo II.

**Nota2:** Se utilizará cable plano con el conductor del extremo color rojo. Este conductor corresponderá al pin de VCC.

Los óvalos verdes indican la conexión de los pulsadores (la soldadura es igual a la realizada para el cable plano anteriormente mencionado).

El recuadro naranja indica la conexión de la llave deslizable, la cual sigue la misma filosofía de soldado anteriormente mencionada.

### Placa de alarma



Para el soldado de la placa se sigue el mismo procedimiento que en las de configuración.

### Placas de matriz de leds

En esta sección se explicará la interconexión entre las distintas placas que conforman la matriz de leds.

Después de dividirse el PCB como se explico en el capítulo anterior se obtendrá cuatro (4) placas individuales que conforman las columnas de la matriz.

En estas plaquetas se deben soldar los led y luego interconectar las mismas.

A continuación se explicará el procedimiento para la conexión de la matriz.

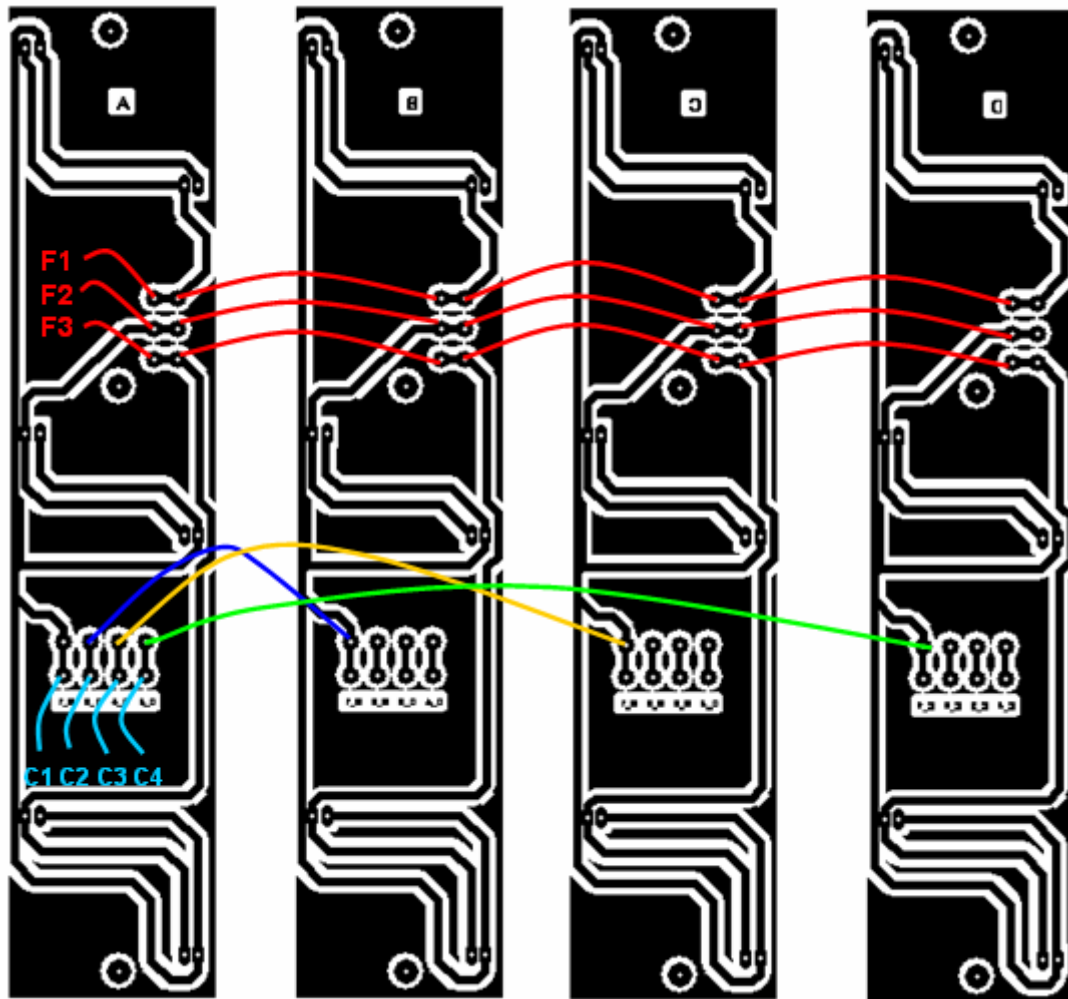


Fig.12

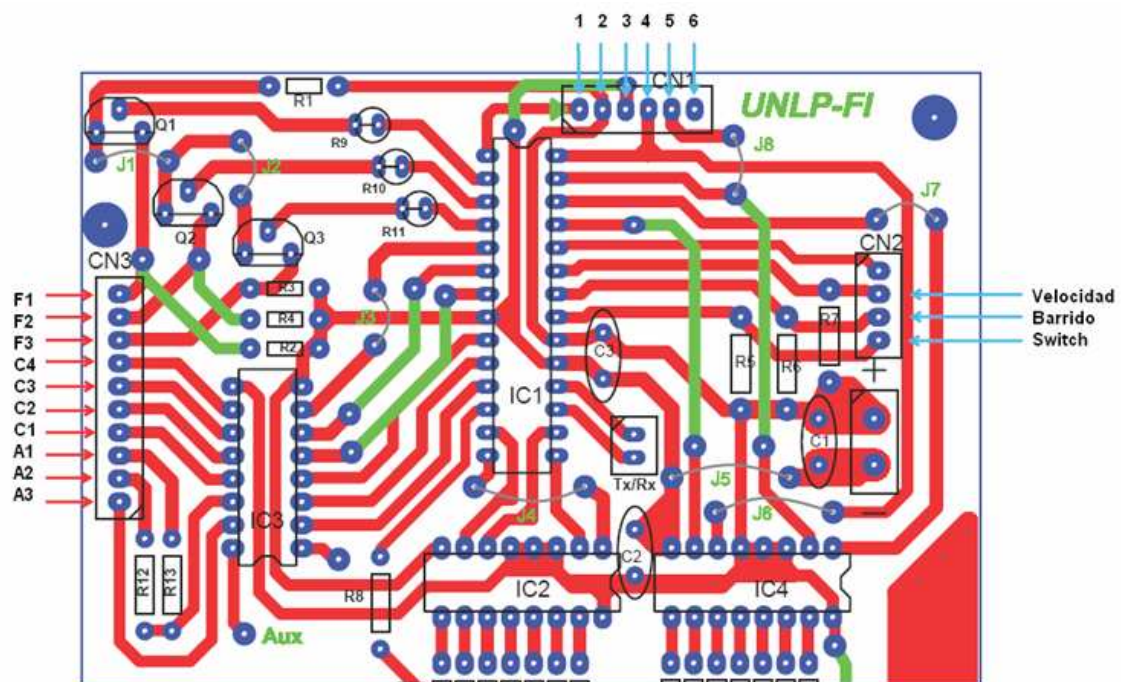
Según se observa en la figura, se obtendrá el cableado que identifica las filas y las columnas de la matriz de led.

Las filas están rotuladas con color rojo (F1, F2, F3) y las columnas con color azul claro (C1, C2, C3, C4).

Dichos cable irán a conectarse luego a las fichas de la placa madre.

### ***Interconexión entre módulos***

Se realizará la explicación para conectar todos los módulos con la placa madre.



**Fig. 13 - Nombre y conexión de pines**

### Pines hilera superior

Estos pines son los que corresponden a la programación del microcontrolador. El orden corresponde a los del cabezal del programador.

**1. MCLR    2. VCC    3. GND    4. RB7    5. RB6    6.AUX**

### Pines hilera izquierda

En esta hilera se encuentran los pines que conectan la matriz de leds y alarma.

El nombre de los pines se corresponde con los utilizados anteriormente en las explicaciones de los PCBs.

### Definición de los pines

**F1, F2, F3:** Corresponden al control de filas de la matriz de leds.

**C1, C2, C3, C4:** Corresponden al control de las columnas de la matriz.

**A1, A2, A3:** Corresponden al control de la etapa de alarma.

### Pines hilera derecha

Esta hilera contiene los pines que se conectan al panel de configuración y al switch.



## Pines de Alimentación y pines de display

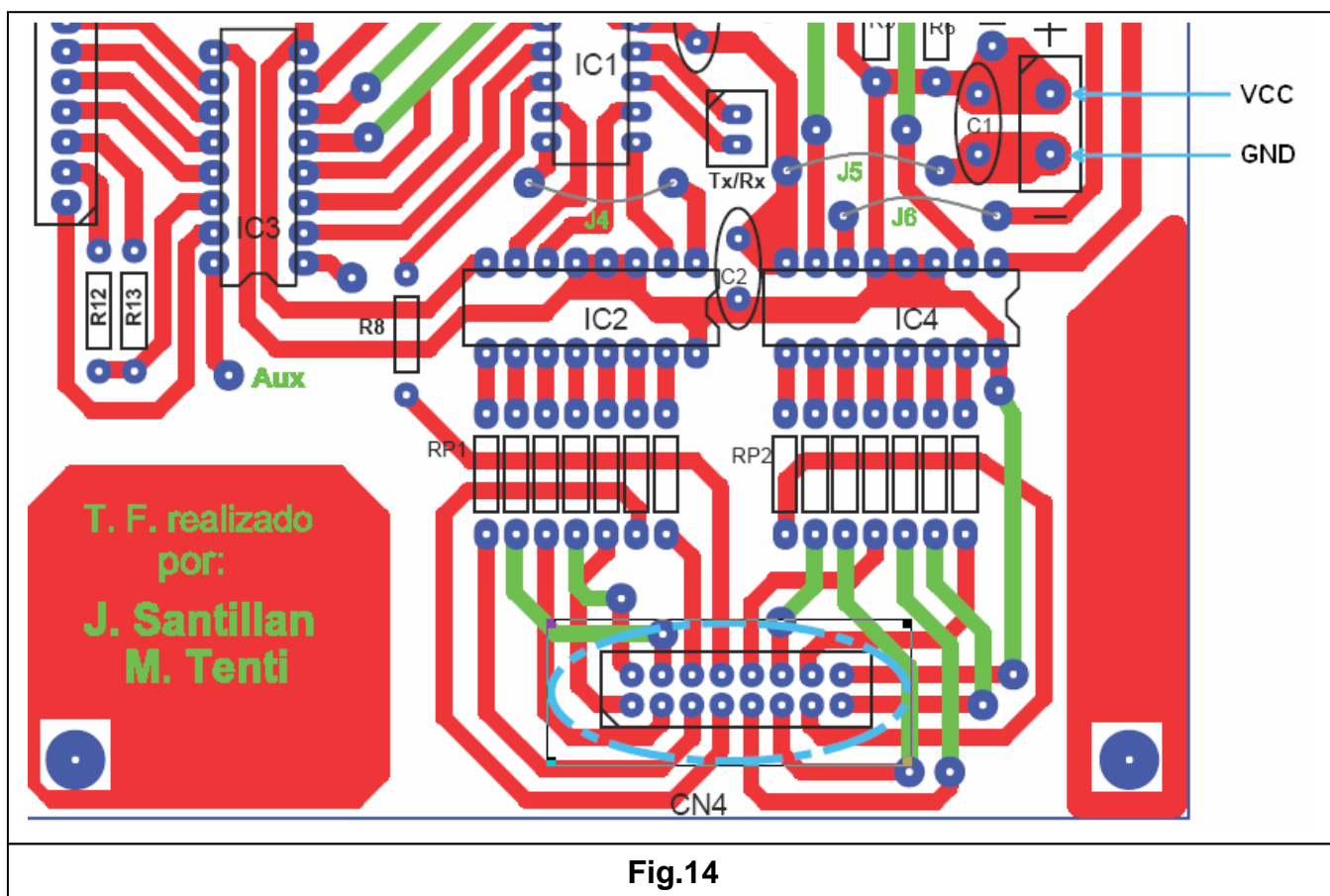


Fig.14

En esta sección se explicará la conexión de los pines de control para los displays.

Para esta conexión se utilizará una tira de cable plano de 16 conductores con el conector del extremo color rojo.

El conductor de color rojo corresponderá al pin de VCC.

La ficha que se ve es del tipo **PIN HEADER BAJO PERFIL (16 pines a 90°)**.

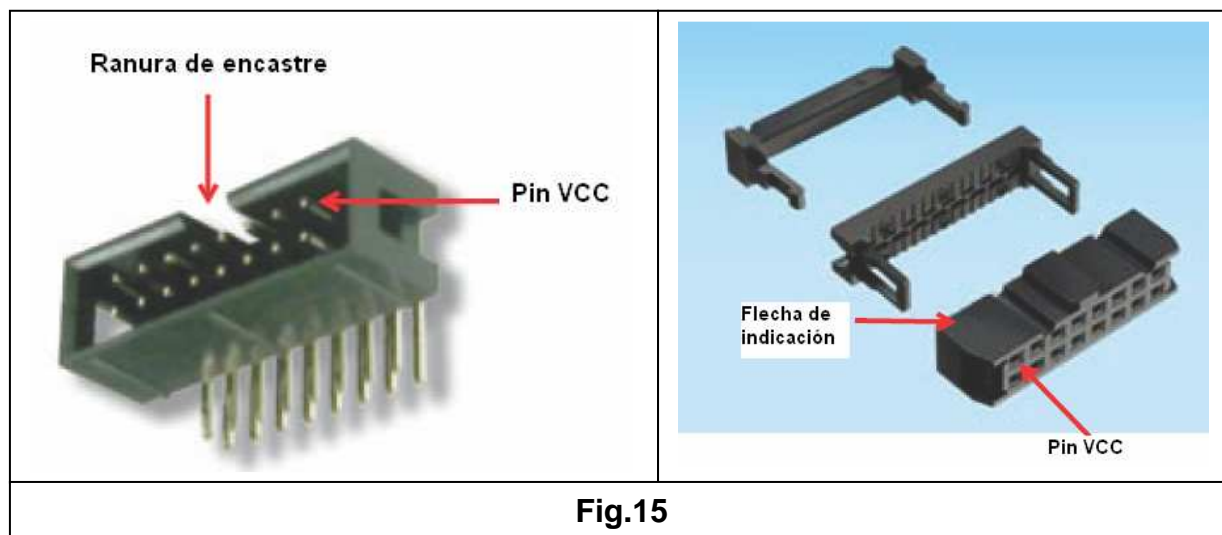
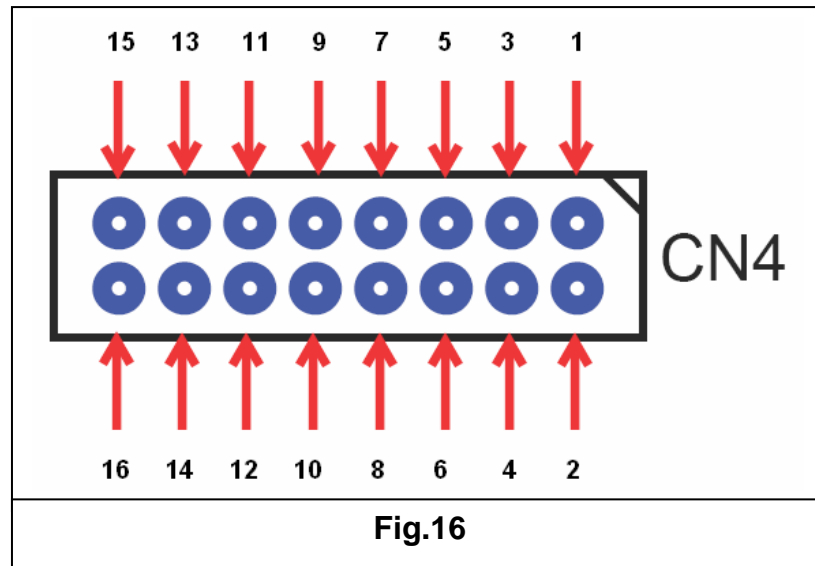


Fig.15

Al *crimpear* el cable plano con el conector de la segunda figura se debe cuidar que el conductor rojo del mismo coincida con la flecha de indicación, **pin 1**.

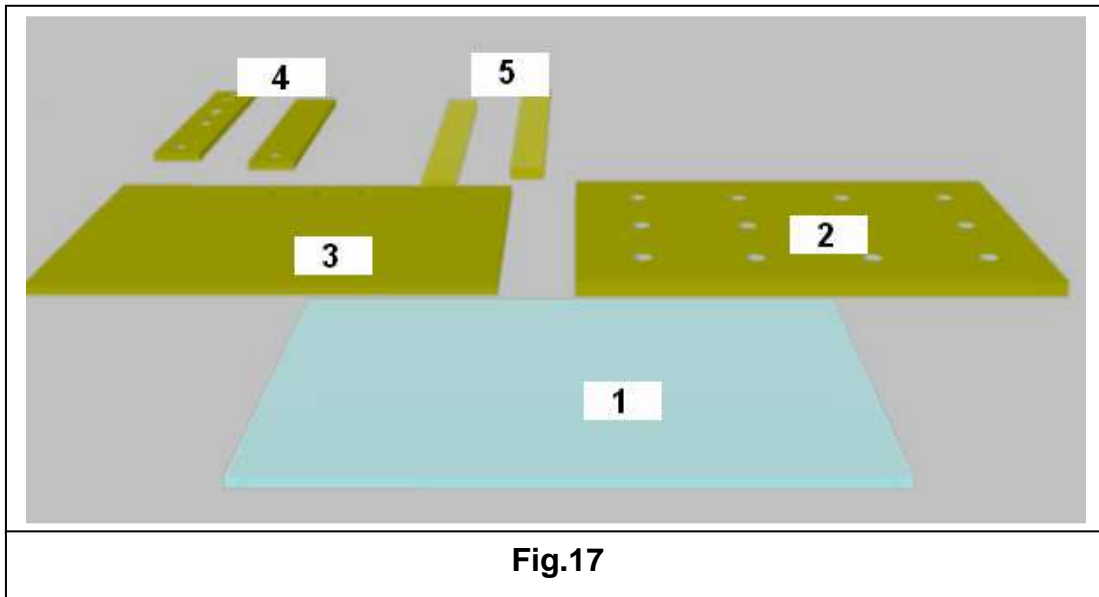


### ***Armado del gabinete***

El gabinete consistirá de 7 partes que se unirán en una estructura de forma rectangular a saber:

1. **Lámina de acrílico para terminación:** Consiste en una plancha de acrílico transparente de 295mm x 225mm y 3mm de espesor sobre la que se colocarán las fichas con los pictogramas.
2. **Lámina frontal:** Consiste en una plancha de MDF de 9mm de 285mm x 225mm sobre la que se apoya la lámina de acrílico y que será el soporte para la matriz de leds.
3. **Lámina posterior:** Es una plancha de MDF de 5,5mm y 295mm x 225mm que sirve de tapa al gabinete.
4. **Láminas laterales:** Consisten en dos láminas que servirán de soporte para la lógica de configuración y sus dimensiones son 5,5mm x 225mm x 35mm.
5. **Perfiles de encastre:** Consisten en dos láminas de MDF de 9mm y 285mm x 25mm, y servirán de apoyo para el resto de las piezas.

## Despiece realizado en Autocad



### ***Sugerencias para el matrizado de las piezas***

*En este apartado se explicará el proceso de matrizado de las piezas, tal que queden acondicionadas para el ensamble del gabinete.*

#### **Herramientas básicas necesarias para la tarea:**

- ✓ Cutter o elemento filoso para corte de MDF.
- ✓ Taladro de altas revoluciones.
- ✓ Mechas para acero rápido de 10mm, 4.75mm, 3mm.
- ✓ Destornilladores adecuados.
- ✓ Lija al agua para terminación.

#### **Elementos de protección:**

- ✓ Lentes de protección.

### ***Descripción del matrizado de cada pieza***

#### **Lámina de acrílico para terminación**

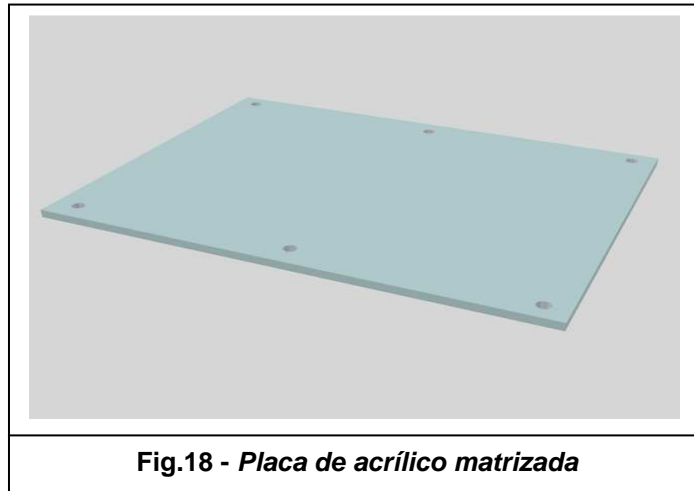
Se deben realizar 6 agujeros como muestra la lámina de manera de sujetarlo a la lámina frontal.

Los agujeros serán de 3mm de diámetro dejando 1cm de margen respecto de los bordes y deberán ser simétricos como muestra la figura.

***Nota:*** El matrizado de la placa de acrílico se deberá pedir en la casa donde se adquiera el producto.

Los tornillos que se utilizarán para fijar la lámina de acrílico serán para chapa de 0.5cm de largo.

La siguiente figura es da una perspectiva de la pieza final.



**Fig.18 - Placa de acrílico matrizada**

## Lámina frontal

En esta placa se deberán matricular los agujeros de las luces y los agujeros de los imanes que sostendrán las tarjetas.

La cantidad de agujeros para los leds y para los imanes es 24 en ambos casos.

La siguiente figura muestra el lugar y las medidas donde serán realizados.

Se deberá lograr la mayor simetría posible a la hora de matricular.

La matriz de leds debe quedar centrada en la lámina frontal.

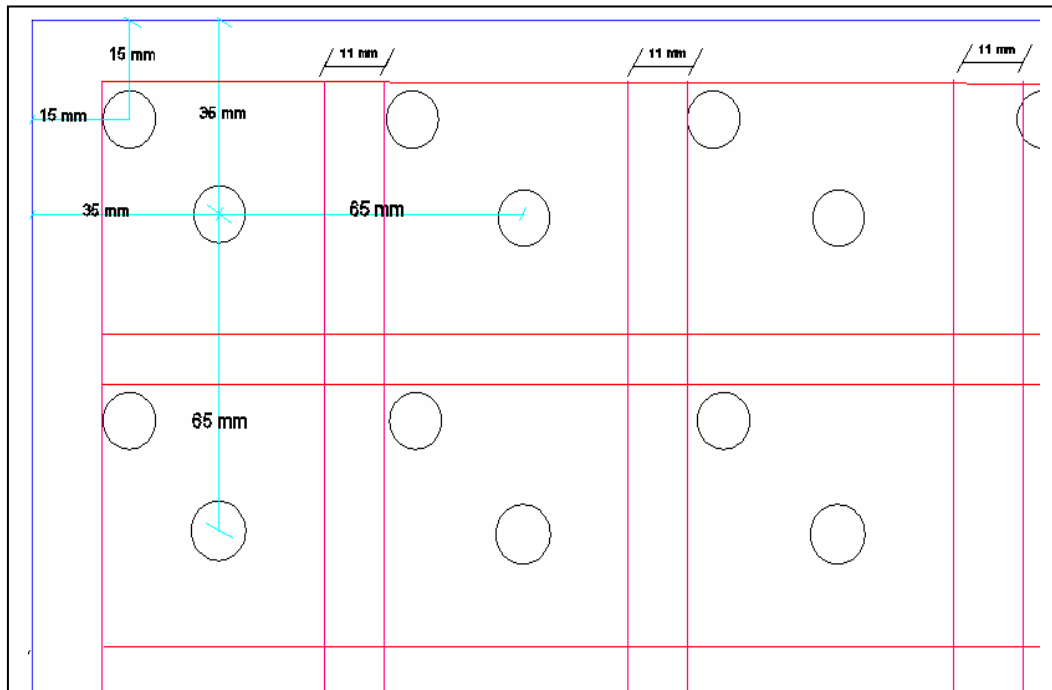
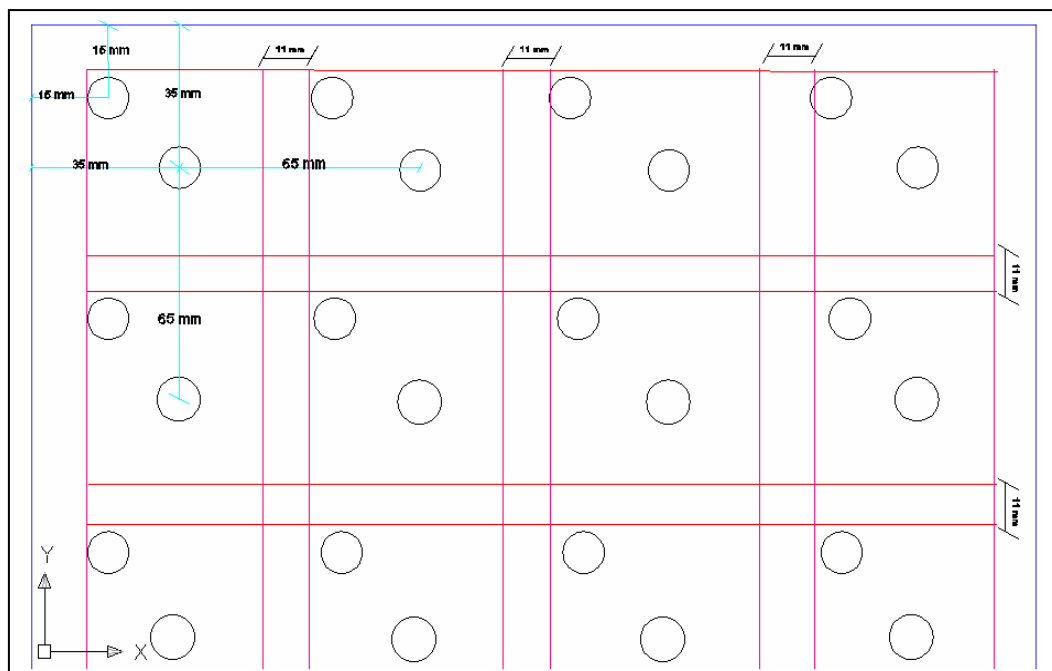


Fig.19

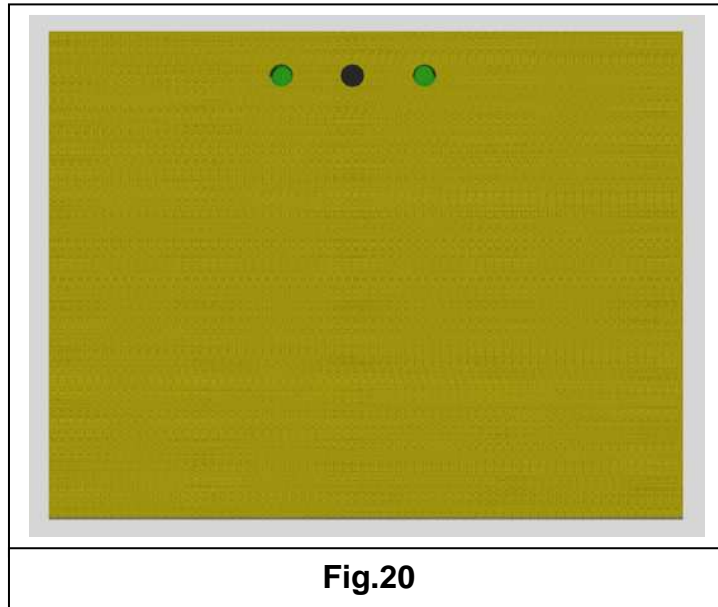


### **Lámina posterior**

La lámina posterior contendrá la plaqueta de luces y sonido de alarma.

Para el lugar donde irán los agujeros tomar la plaqueta de alarma, llevarla hasta 1cm antes del borde superior de la lámina posterior y tomar las medidas correspondientes. Luego realizar el matrizado.

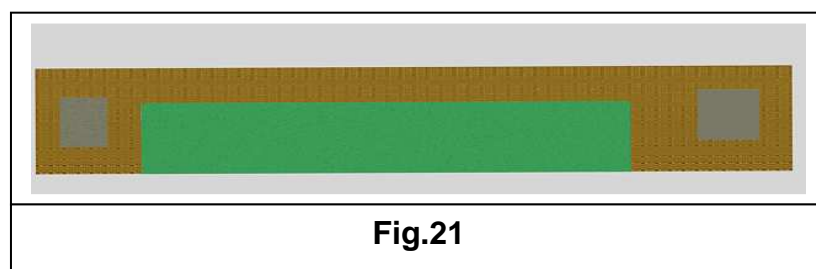
La siguiente figura sirve de guía de armado.



### **Láminas laterales**

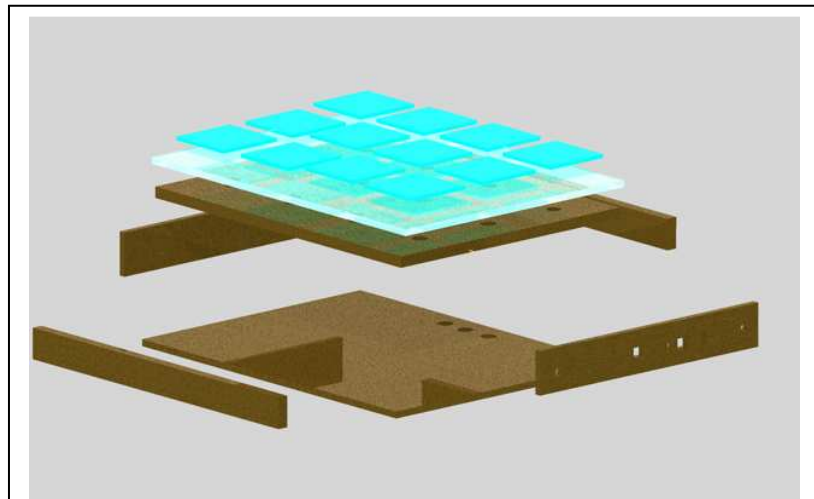
Para el matrizado de estas placas se debe tener en cuenta las dimensiones y ubicación de los componentes en la plaqueta de panel de configuración.

Dicha plaqueta deberá ubicarse en el centro de la lámina lateral derecha, sobre el borde inferior de la misma. Ver figura siguiente.



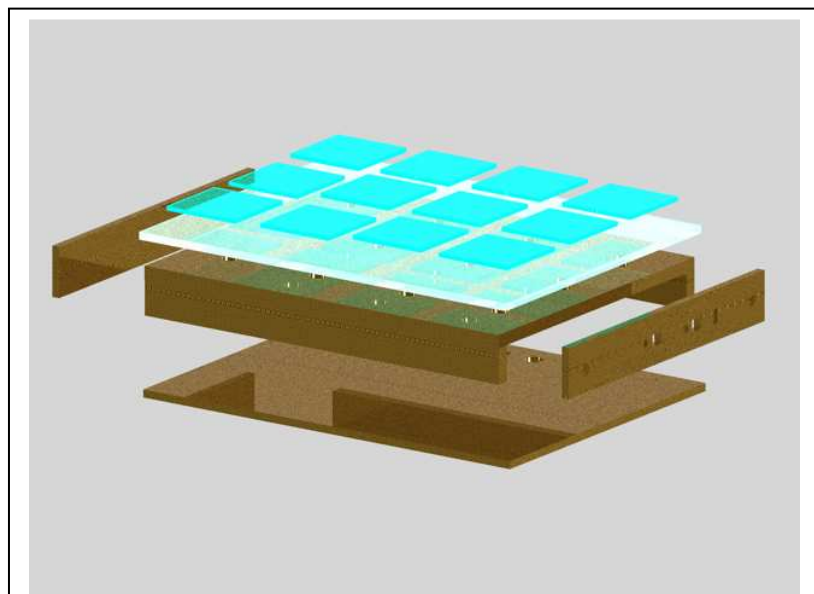
### ***Orden del ensamblado del gabinete***

Para el ensamble del gabinete se seguirá la siguiente secuencia de imágenes.



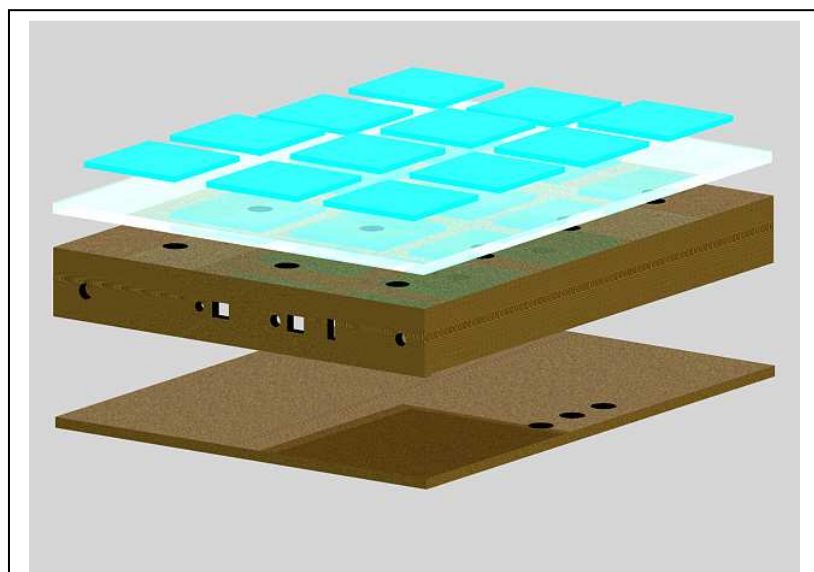
**Fig. 22** *Despiece del gabinete*

En esta figura se observa las partes que forman parte del gabinete que contendrá la lógica de control.

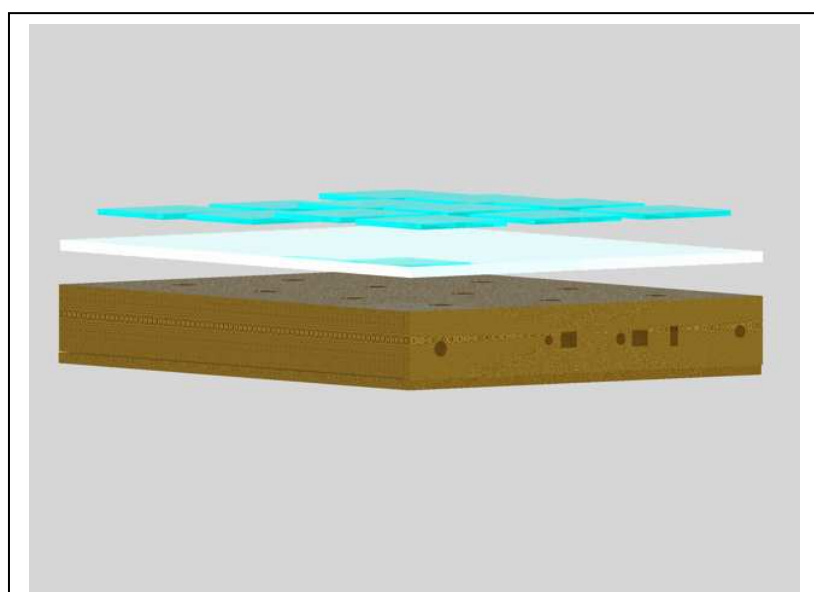


**Fig. 23** *Ensamble de perfiles de encastre*





**Fig. 24** *Ensamble de láminas laterales*



**Fig. 25** *Ensamble de la lámina posterior*



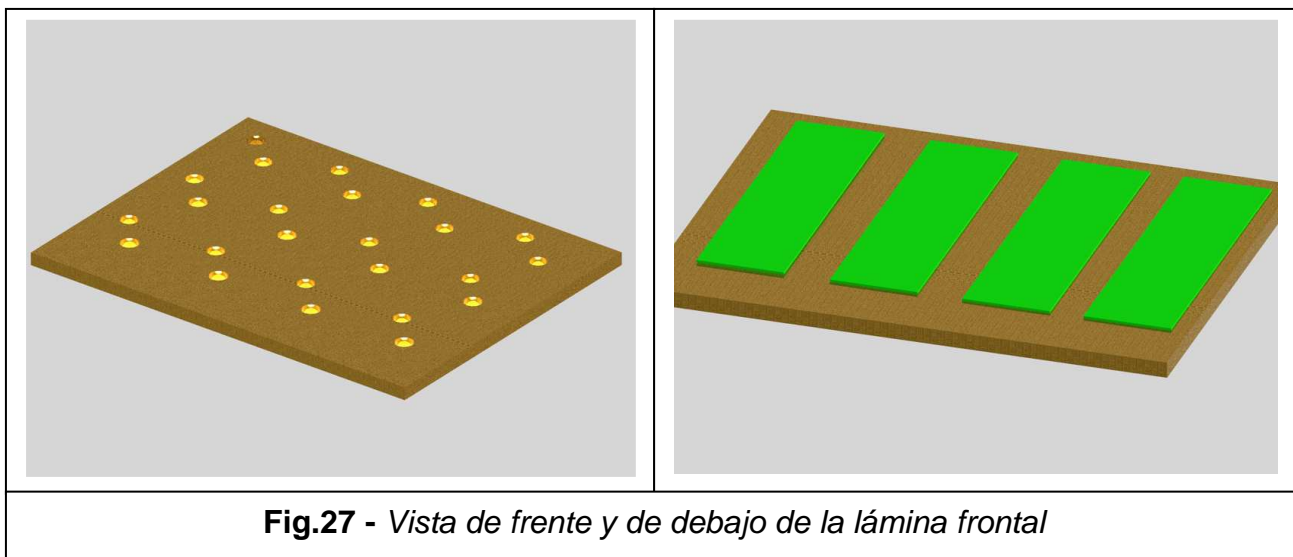
**Fig. 26** *Ensamble de la lámina de acrílico*

## ***Ensamble de plaquetas al gabinete***

### **Plaqueta de matriz de led**

Una vez soldados todos los leds a las placas ilustradas en la Fig. 12, se procederá a encastrar en los agujeros previamente matrizados.

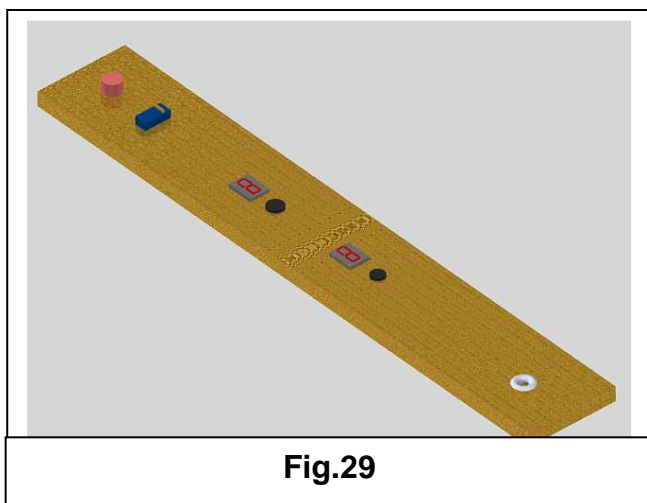
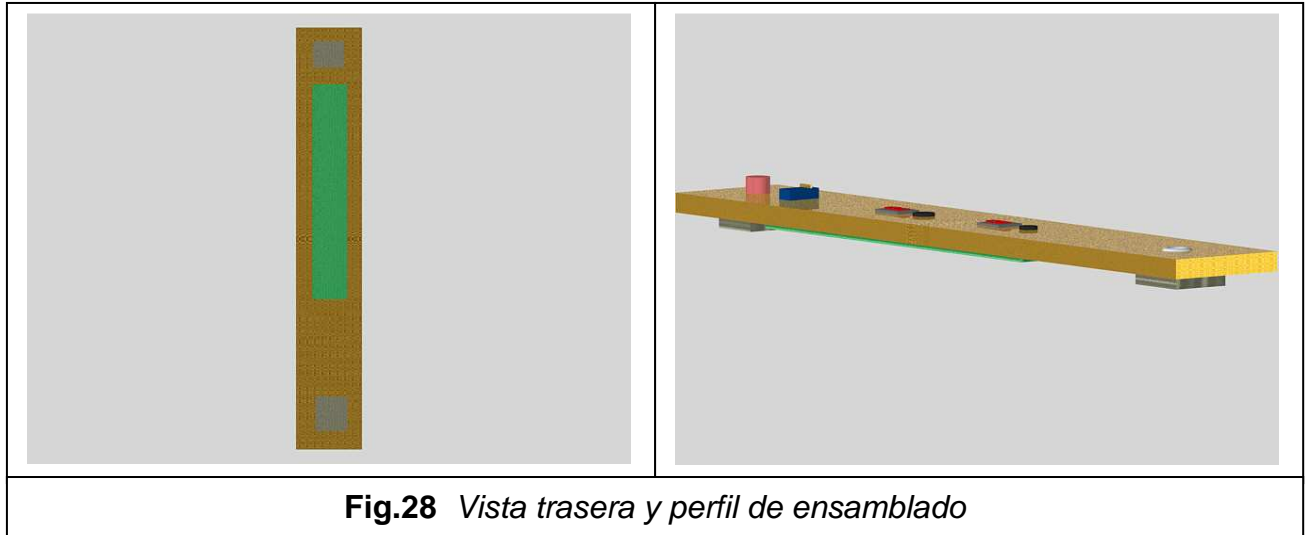
El resultado del ensamble queda de la siguiente manera:



**Fig.27** - *Vista de frente y de debajo de la lámina frontal*

### Plaqueta de panel de configuración

Luego de soldar los componentes en la plaqueta de configuración se ensambla de la siguiente manera:

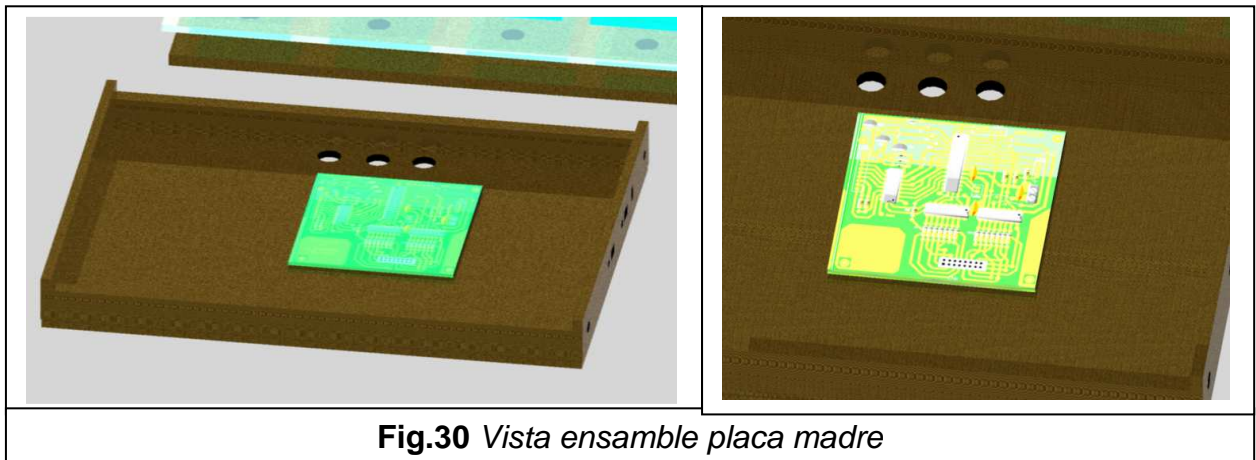


Se deberá tener en cuenta que el interruptor de encendido y la ficha de entrada de switch deben ir colocadas en la madera.

El switch puede atornillarse en la madera, con su misma rosca, colocando pegamento en ella para una unión más firme o colocar un soporte con tornillos, hecho con lámina de aluminio, que sirve de sostén para la ficha.

### Placa madre

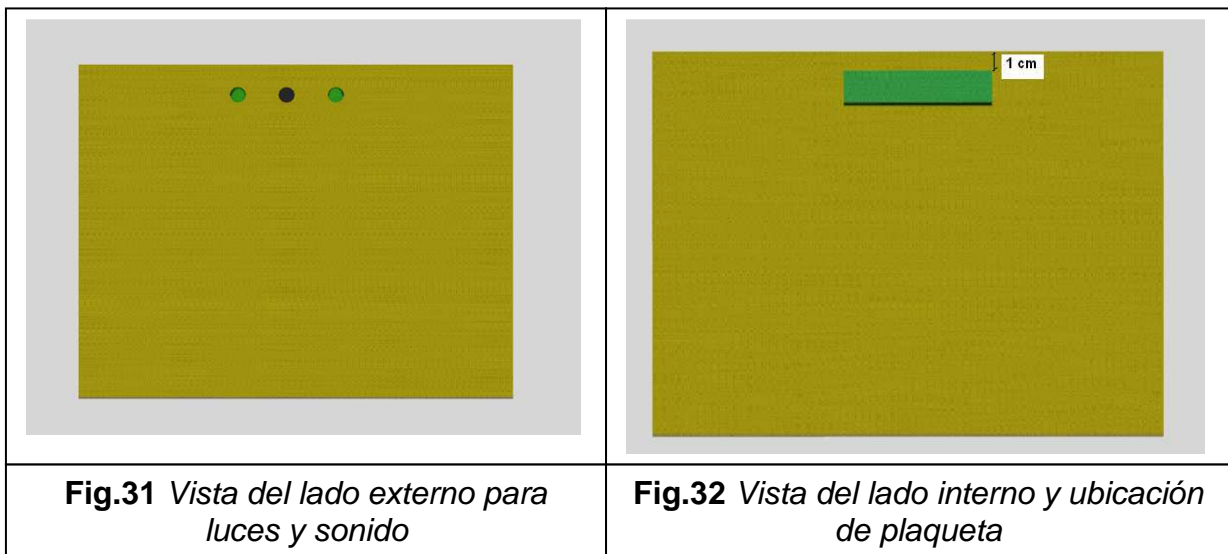
La placa madre irá atornillada a la lámina posterior.



**Fig.30** Vista ensamble placa madre

### Alarma de aviso

Luego de soldar los componentes respectivos se atornillará la placa de alarma a la lámina posterior previo matrizado de agujeros como muestra la figura.



**Fig.31** Vista del lado externo para luces y sonido

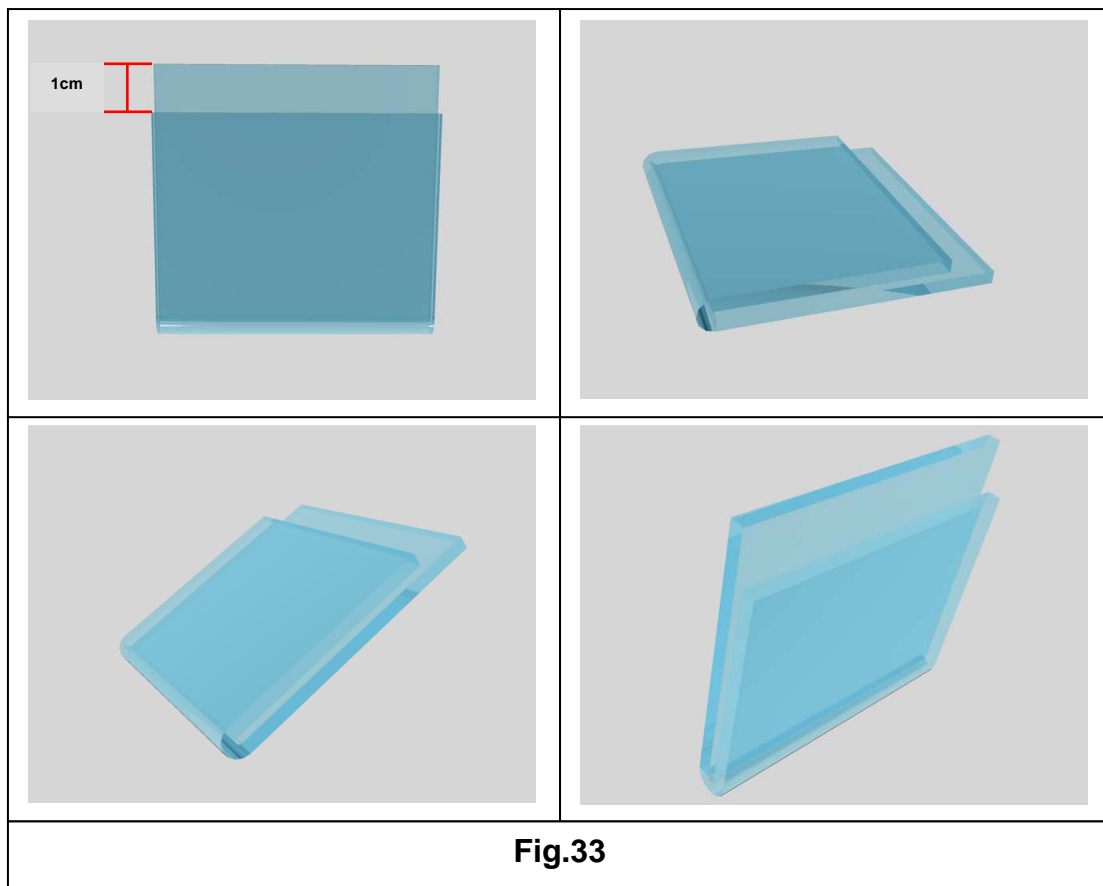
**Fig.32** Vista del lado interno y ubicación de plaqueta

La plaqueta de alarma se debe colocar a 1cm respecto del borde superior y centrada como se muestra en las figuras precedentes.

### ***Tarjetas para soporte de pictogramas e imanes de sujeción***

Estudiando las opciones para una mejor vista de los pictogramas y un rápido intercambio de los mismos se llegó a un diseño de tarjeta como el que se muestra a continuación.

Aquí, cada pictograma, imagen o foto deberá tener las siguientes dimensiones: **47mm x 55mm**, de tal forma que entren en el soporte.



***Nota:*** Se usará una lámina de acrílico de 2mm de espesor, 10cm de largo y 6cm de ancho, plegada de tal forma que se obtenga una solapa de 1cm como se muestra en las imágenes.

Se colocarán dos tornillos para madera o chapa, cabeza plana, del lado de atrás de la tarjeta de largo máximo 5 a 6mm.

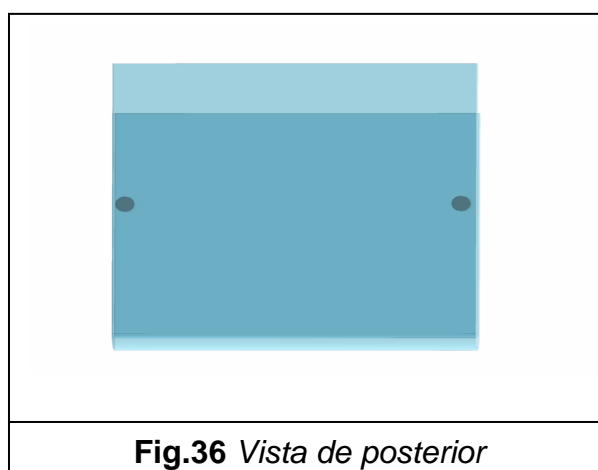
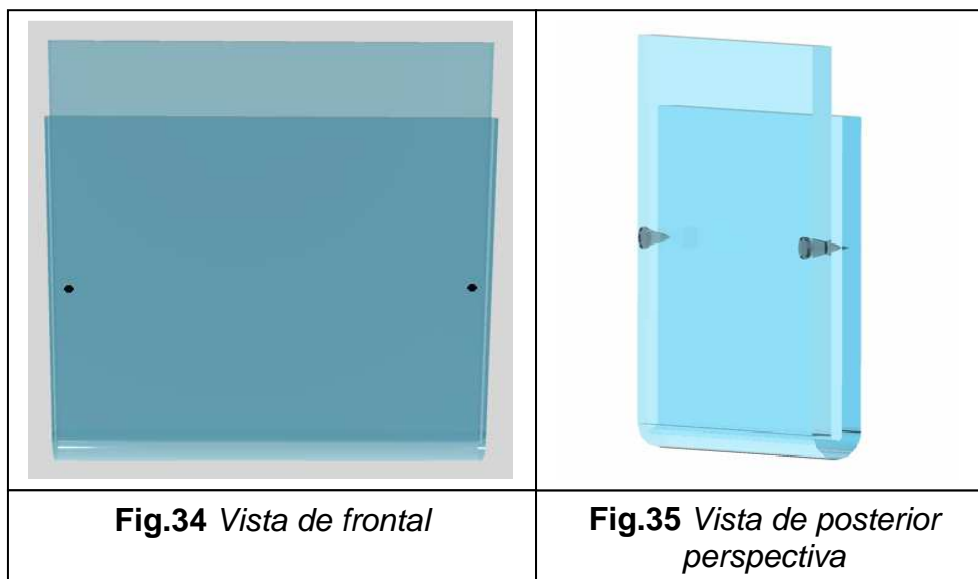
Matrizar la pieza de manera que los tornillos queden al ras de la misma.

Los tornillos se colocarán a 25mm respecto del borde superior y a 5mm respecto de los márgenes laterales.

Asegurarse que la cabeza del tornillo no sobresalga de la pieza hacia los costados.

De ser necesario cortar los tornillos para que no sobresalga la punta.

Las siguientes figuras ilustran las instrucciones mencionadas.



### ***Imanes para sujeción de los porta-tarjetas***

Estos imanes se colocarán de cada lado del led central de cada tarjeta (en la misma línea) con una separación de 25mm.

***Nota:*** Asegurarse que queden alineados con los tornillos antes mencionados para una mayor atracción magnética.



## Capítulo 9

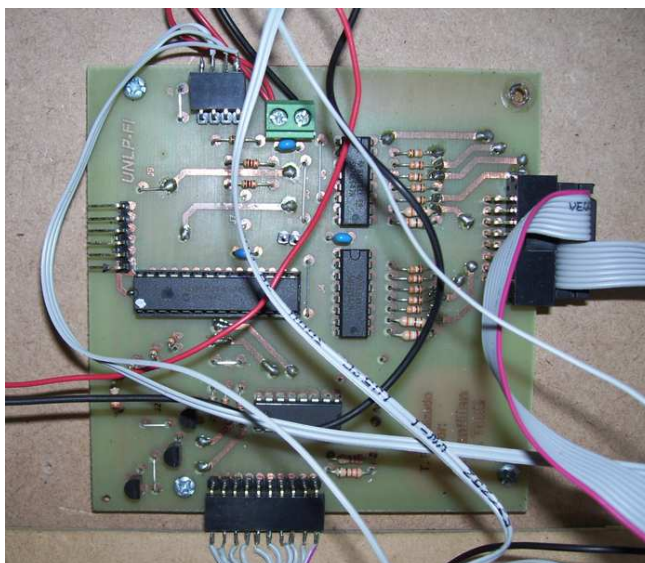
### ***Armado final del dispositivo***

Luego del armado de las plaquetas y matizado del gabinete, se procedió al ensamblado. El resultado final puede observarse en las siguientes figuras:

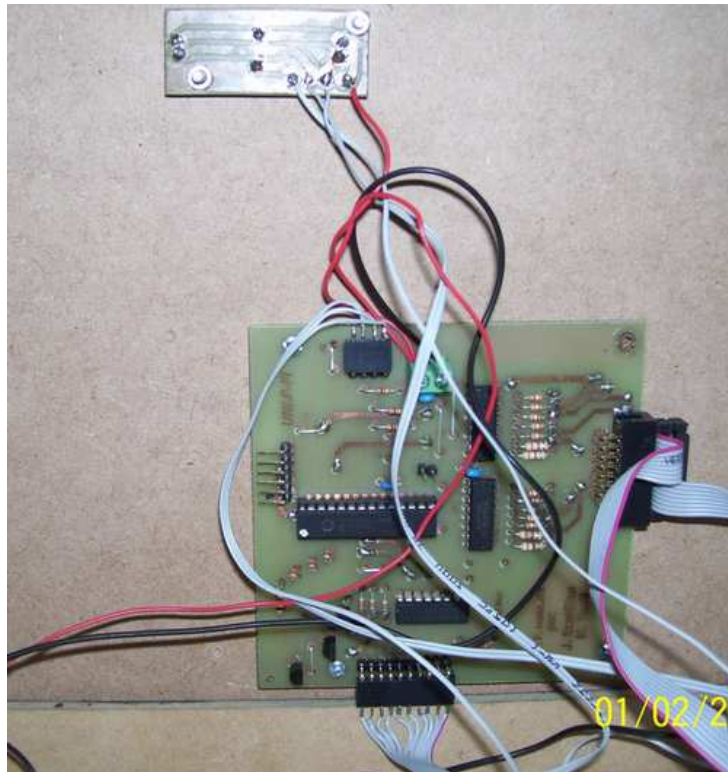


En esta imagen se ve la distribución del hardware y su conexión. La modulación de las etapas permite un armado más simple y ordenado al igual que un cambio de etapa por mantenimientos futuros.

En la siguiente imagen se muestra la placa madre, pudiéndose observar los conectores de entrada y salida. Se implementó cable plano para lograr reducir, simplificar y estandarizar el armado. Esta placa contiene toda la lógica de control necesaria para el funcionamiento del dispositivo.

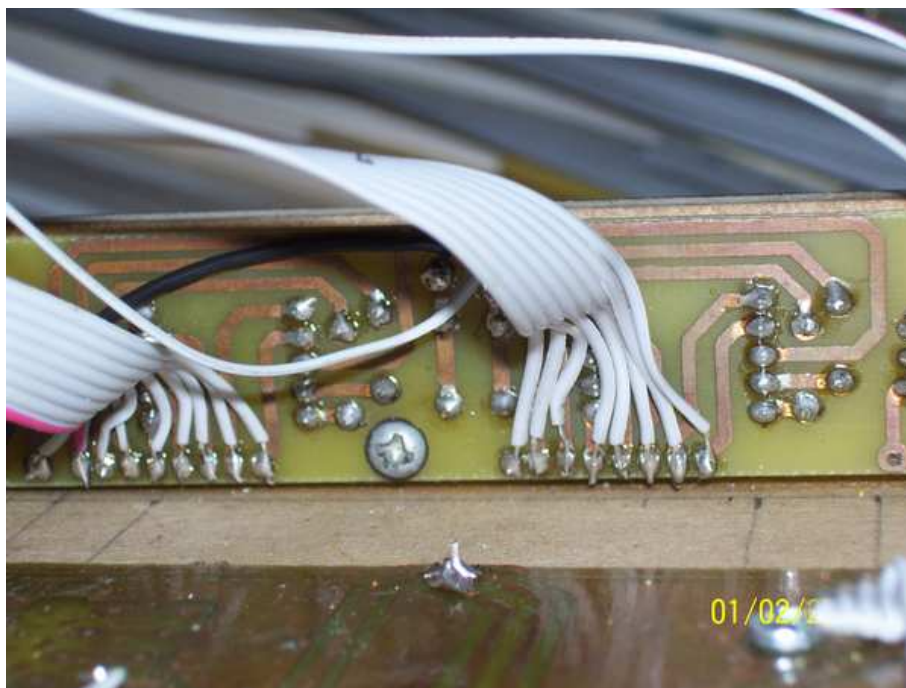




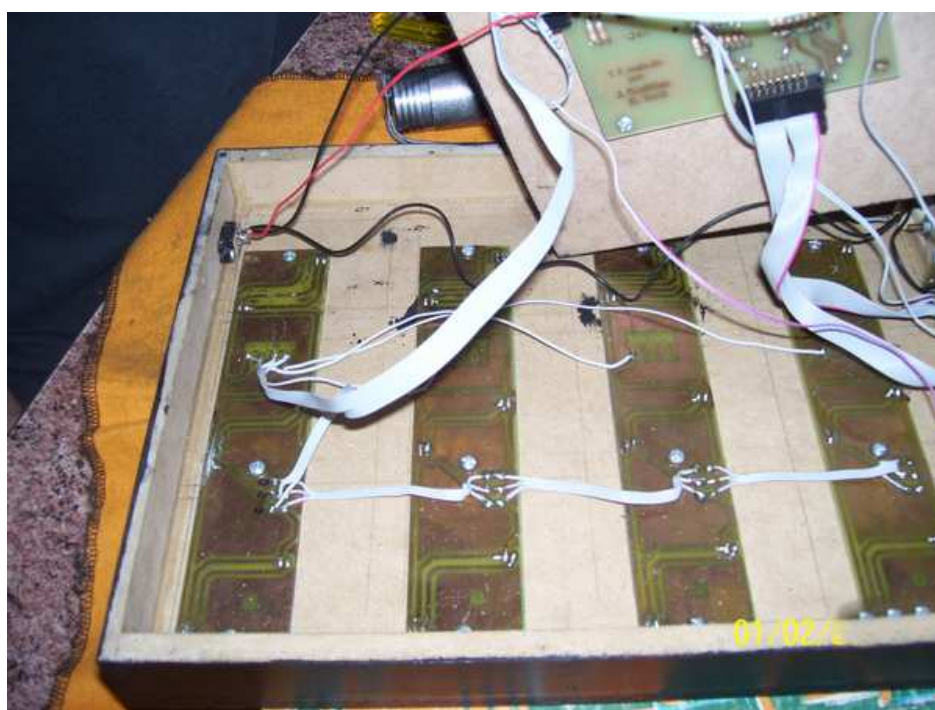


En la siguiente figura se muestra el panel de configuración y las ventajas de la utilización del cable plano.

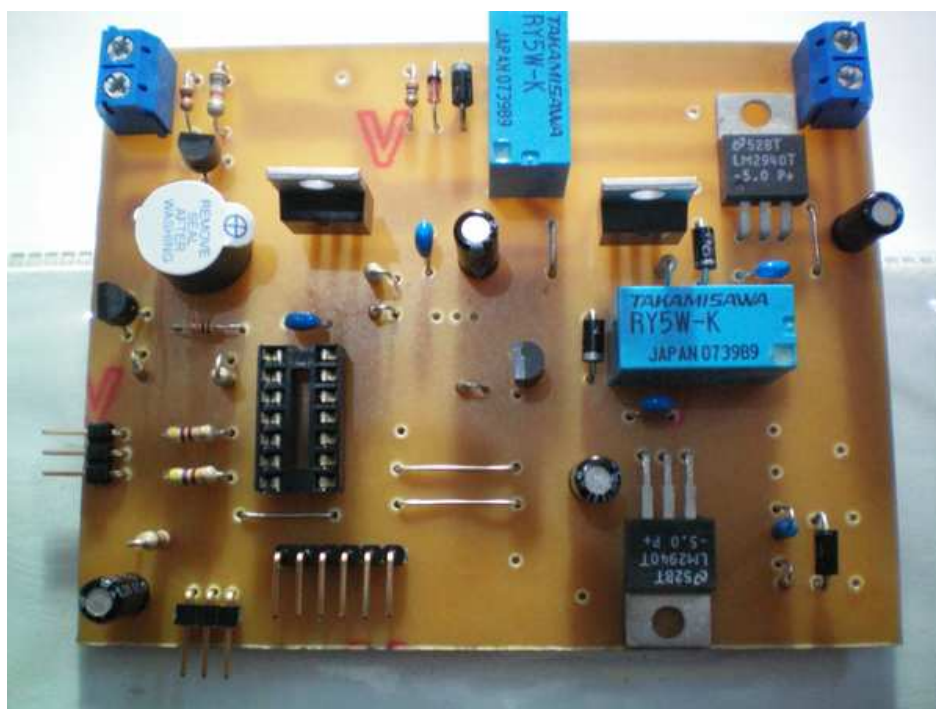
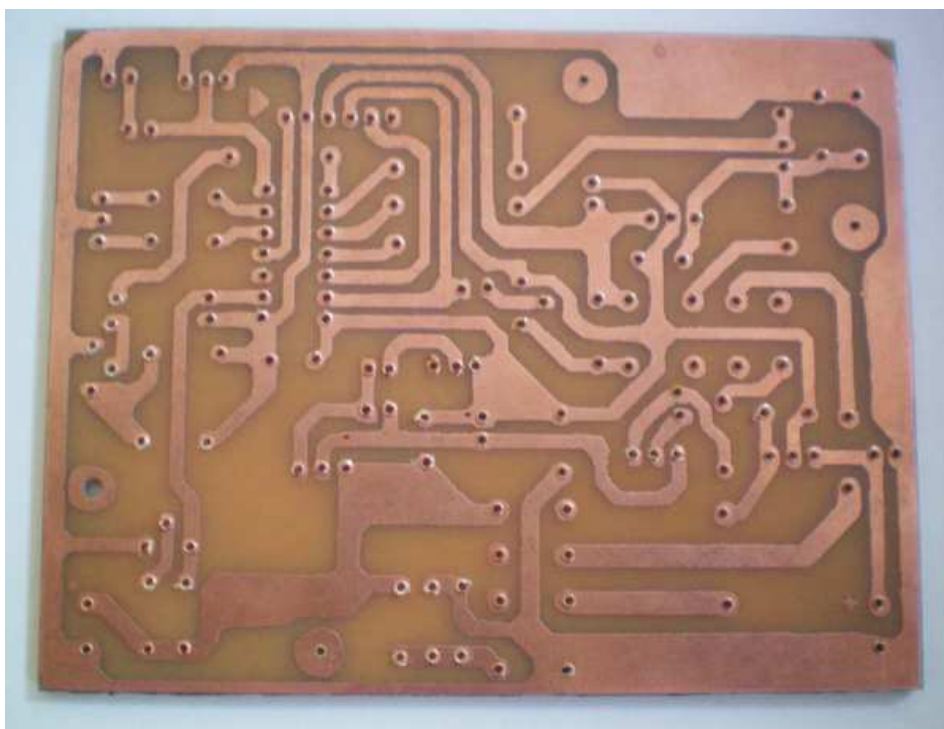




La matriz de leds queda conectada de la siguiente manera:



Imágenes de la placa de carga y conmutación:





## **Consejos de Armado**

En la etapa de construcción existen algunas consideraciones a tener en cuenta:

- Tener en todo momento las fotografías del dispositivo como guía de armado.
- Respetar las dimensiones del gabinete, así como la forma de ensamblaje de las partes.
- Realizar con cuidado la matricería para que coincidan los elementos.
- Las entradas del switch, de alimentación y la ficha de encendido deben ir debidamente ajustadas para evitar que se aflojen con el uso.
- El acrílico utilizado es de 1mm de espesor. Tener cuidado al manipularlo.
- Se recomienda realizar pequeños agujeros en los lugares donde van los tornillos para evitar dilatar la madera.
- Usar tacos aislantes para plaqueta en los lugares donde el hardware lo necesite.
- Prestar mucha atención al interconectado de las plaquetas.
- Observar en las fichas que se utilizó el conductor rojo del cable plano para indicar el orden de conexión.
- Pintar el gabinete con pintura satinada, para permitir una limpieza más sencilla.

## **Pruebas realizadas**

Se testeó el prototipo aplicando todos los modos de configuración y las velocidades disponibles.

El resultado obtenido fue satisfactorio, cumpliendo las especificaciones requeridas en el proyecto origen.

La iluminación de las tarjetas fue la prevista en el diseño original.

El sistema de fijación de tarjetas mediante imanes de neodimio dio los resultados esperados, sosteniendo los elementos sin inconvenientes.

Se midió el consumo del dispositivo y se obtuvo una lectura aproximada de 100mA, lo cual se aproxima a los valores esperados.

Autonomía aproximada 20hs.

Autonomía aproximada en modo bajo consumo 30hs.

Peso aproximado del prototipo 1 Kg.

## Capítulo 10

Este capítulo intentará realizar un balance sobre el desempeño del prototipo.

Se realizarán comparaciones con otros productos similares, y se expondrán ventajas y desventajas, así como posibles mejoras del dispositivo.

### ***Comparación con otros productos***

Se analizaron las características de otros dispositivos similares para obtener una referencia con el prototipo.

En las siguientes imágenes se observan diferentes comunicadores comerciales que serán comparados con el prototipo:



**S32, U\$S 2516,00**



**QuickTalker, U\$S 160,59**



**GoTalk9+, U\$S 190,00**



**AMDi Tech/Speak 32, U\$S 1495,00**



**AMDi Tech/Scan, U\$S 1367,00**



**AMDi Smart/Scan 8 Pro, U\$S 2152,00**

**Tabla comparativa:**

<i>Modelo</i>							
<i>Característica</i>	Prototipo	S32	Quick Talker	GoTalk 9	AMDi Tech/ Scan	AMDi Smart/Scan 8 Pro	AMDi Tech/ Speak 32
Tarjetas	√	√	√	√	√	√	√
Iluminación	√	X	X	√	√	√	√
Grabación de voz	X	√	√	√	√	√	√
Alarma	√	√	√	√	√	√	√
Modo hibernar	√	X	X	X	X	X	X
Sonido on/off	√	X	X	√	√	X	√
Velocidades de barrido	√	X	X	X	√	√	X
Modos de barrido	√	X	X	X	X	X	X
Baterías	√	√	√	√	√	√	√
Batería recargable	√	X	X	X	√	√	X
Soporta fotos	√	X	X	X	X	X	X

A partir de la tabla previa se puede concluir que el prototipo posee una alta performance, capaz de competir con marcas muy reconocidas a nivel internacional.

Cabe destacar, además de las características antes mencionadas, su bajo costo de producción.

Aquí aparecen los valores de mercado de comunicadores comerciales y del prototipo.

<i>Modelo</i>	Prototipo	S32	Quick Talker	Go Talk 9	AMDi Tech/ Scan	AMDi Smart/Scan 8 Pro	AMDi Tech/ Speak 32
<i>Precio U\$S</i>	150,00	2516,00	160,00	190,00	1367,00	2152,00	1495,00

**Nota:** Los valores de los comunicadores comerciales fueron tomados de sus páginas web entre diciembre de 2010 y marzo de 2011.

## **Ventajas y desventajas de este comunicador**

### **Ventajas:**

- *El dispositivo puede ser fácilmente reproducido con materiales comerciales.*
- *El costo de fabricación es muy inferior a la media de los productos comerciales evaluados.*
- *Presenta gran versatilidad al poseer una amplia variedad de modos de barrido y distintas velocidades.*
- *La iluminación es a base de diodos leds, lo que garantiza una gran vida útil.*
- *Sus dimensiones y peso lo hacen portable.*
- *Puede funcionar con baterías recargables o mediante la red eléctrica pública.*
- *El diseño de los porta-tarjetas facilita el intercambio de los pictogramas.*
- *La presencia de la alarma sonora y lumínica facilita su uso en diferentes ambientes y condiciones.*
- *El panel de configuración posee un acceso muy intuitivo para el usuario mediador.*
- *Se cuenta con la posibilidad de habilitar o deshabilitar el sonido de la alarma.*
- *Admite la conexión de cualquier tipo de switch con conector estándar plug de 3,5 mm.*
- *Cuenta con la posibilidad de hibernar, lo cual evita que esté constantemente funcionando si el usuario no lo requiere.*
- *Posee luz de indicación de batería baja.*

### **Desventajas:**

- *El dispositivo no cuenta con una matriz de inyección, que evite todo el trabajo de matrizado manual.*
- *El material empleado en la fabricación no es el ideal, que sería PVC o símil.*
- *Las dimensiones y el peso se pueden disminuir si se cuenta con matriz de inyección.*
- *Las plaquetas donde se montan los componentes se podrían optimizar si se contara con la tecnología adecuada.*
- *Se podrían utilizar baterías más pequeñas y de menor tensión si se contara con la posibilidad de importar los componentes.*



## **Mejoras a futuro**

- **Utilización de una matriz de inyección**

Este método optimizaría los tiempos de construcción, normalizaría los diseños y evitaría errores de armado, además de reducir el tiempo de construcción. Otra ventaja sería la disminución del peso y una mejor limpieza al utilizar variantes del plástico.

El soporte donde se sostiene el comunicador podría estar adherido a la estructura principal y contar con un sistema de bisagras para plegarlo.

Luego, la utilización de un matrizado industrial llevaría al prototipo a un nivel más cercano al de los productos comerciales.

- **Grabación y reproducción de mensajes**

Esta opción permitiría una interacción mucho más fluida con el entorno al posibilitar que, cuando se elija una tarjeta, el dispositivo reproduzca un mensaje pregrabado relacionado con el concepto del pictograma correspondiente.

- **Utilización de display LCD**

Mediante el mismo se podría mostrar velocidad, modo de barrido, estadísticas de alarmas, configuración de opciones avanzadas, etc.

- **Control del entorno (domótica)**

El prototipo podría ser utilizado no sólo para comunicar conceptos sino para el control de dispositivos eléctricos del medio que rodea al usuario.

Luego, el dispositivo tendría tarjetas conceptuales y otras que comanden el entorno (luces, persianas, equipos de calefacción o aire, TV, audio, etc.)

- **Comunicación por RF**

Se sugiere la implementación de módulos de comunicación por radiofrecuencia que posibiliten, entre otras cosas, dar aviso a la persona que asista al usuario sin necesidad de que esté próxima a él.

Esto puede implementarse mediante un transmisor colocado en el prototipo y un receptor que el asistente lleve consigo, y que le indique la necesidad del usuario.

**Nota:** En el diseño de la placa madre se dejó libres los pines de transmisión y recepción de datos series que posee el microcontrolador a fin de que esta mejora se pueda implementar.

## Glosario

**CCS:** Custom Computer Services.

**CPU:** Central unit processing, unidad central de procesamiento.

**Debug:** En el ámbito de programación implica depurar el código.

**EEPROM:** Erasable Programmable Read-Only Memory, memoria programable borrrable de sólo lectura.

**I2C:** Inter Integrated Circuit Bus, canal de circuito integrado.

**IDE:** Integrated development environment, ambiente de desarrollo integrado.

**Jumper:** Salto, puente. Conexión entre extremos de una línea. En aplicación a un PCB, es un camino alternativo sobre la cara de componentes realizado con un trozo de conductor.

**LCD:** Liquid Crystal Display, display de cristal liquido.

**MDF:** Tableros de Fibras de Densidad Media.

**PCB:** En electrónica, un circuito impreso o PCB (del inglés printed circuit board), es un medio para sostener mecánicamente y conectar eléctricamente componentes electrónicos, a través de rutas o pistas de material conductor, grabados en hojas de cobre laminadas sobre un sustrato no conductor, comúnmente baquelita o fibra de vidrio, así como resina.

**Through-Hole:** Agujero a través de dos caras.

**PIC:** Peripheric interface controller, controlador de periféricos.

**Pinout:** Distribución y nombre de pines de un componente electrónico.

**PWM:** Pulse Wide Modulation, modulación por ancho de pulso.

**RAM:** Random access memory, memoria de acceso aleatorio

**Resina Epoxi:** Son polímeros de cadena lineal que endurecen por la acción oportuna de un agente endurecedor.

**RISC:** Reduce Instruction Set Computing, Ordenador de instrucciones simples.

**ROM:** Read only memory, memoria de solo lectura.

**Switch:** Conmutador..

**TTL:** transistor-transistor logic, lógica transistor a transistor.

**USB:** Universal Serial Bus. Bus universal en serie.

# Anexo I: Especificaciones iniciales

Ing. Antonio Sacco<sup>2</sup>

## Objetivo del comunicador

El objetivo principal de esta herramienta es facilitar la comunicación a un usuario que no utilice el lenguaje oral ni escrito. Para ello, dispone de espacios para colocar tarjetas pictográficas, con imágenes que representan conceptos<sup>3</sup>.

Ya en funcionamiento, luces ubicadas junto a cada tarjeta se encienden cíclicamente, constituyendo esto un proceso de *barrido*<sup>4</sup>, de manera que el usuario pueda elegir la tarjeta cuyo concepto desee comunicar, a través de la activación de un *switch*<sup>5</sup> conectado al aparato.

De acuerdo a las posibilidades del usuario y la evaluación del equipo de profesionales que trabaje con él, el comunicador se puede configurar para operar con distintas modalidades de barrido (la secuencia de encendido de las luces), a distintas velocidades, con o sin sonido, etc.

## Partes

El comunicador puede ser cuadrado o rectangular, con un frente de superficie suficiente para colocar tarjetas de aproximadamente 5 cm. de lado. Una opción que resulta útil prever es la posibilidad de colocar, en vez de tarjetas individuales, una única lámina con todas las imágenes necesarias en sus correspondientes ubicaciones, lo cual facilita cambiarlas todas de una vez.

Las tarjetas deben poder ser fijadas y removidas fácilmente, por lo que dos opciones a considerar para ello son hacerlo con imanes o con velcro. Así, al menos una parte del área a cubrir con cada tarjeta debe estar preparada para fijarlas de alguna forma simple, económica y práctica.

Junto a las áreas en que se colocarán las tarjetas se necesita algún sistema de iluminación, como por ejemplo un led o un conjunto de 4 (para que la luz sea más intensa). Para que sea posible colocar tanto tarjetas individuales como una única lámina, los leds deberían estar ubicados cerca de los bordes del comunicador.

---

<sup>2</sup> Antonio Sacco es Ingeniero en sistemas de información y docente, su trabajo se centra en la investigación y desarrollo de tecnología aplicada a las necesidades especiales ([www.antoniosacco.net](http://www.antoniosacco.net)), y colabora con UNITEC en calidad de asesor.

<sup>3</sup> Para profundizar sobre la temática de la comunicación alternativa y aumentativa, así como sobre los pictogramas, se remienda consultar bibliografía y portales especializados, como por ejemplo [www.aumentativa.net](http://www.aumentativa.net) o [www.catedu.es/arasaac](http://www.catedu.es/arasaac)

<sup>4</sup> Más información acerca del proceso de barrido puede ser consultada en la documentación sobre switches e interfaces disponible en [www.antoniosacco.net](http://www.antoniosacco.net)

<sup>5</sup> Un *switch* o *conmutador* es un dispositivo que, a través de cualquier acción voluntaria del usuario, permite activar o desactivar una función determinada, ya sea conectado a una computadora u otro aparato.

Se requiere una ficha *plug hembra mono de 3.5 mm.* en alguno de los laterales, para conectar un switch.

En el lateral se encontrarán varios botones para configurar la modalidad de barrido, activar o desactivar el sonido, y operar manualmente el comunicador (un botón con el mismo resultado que la activación del switch).

En un compartimiento que podría abrirse desde la parte de atrás o un lateral, se colocarán las baterías necesarias, y sería deseable que opcionalmente también se pudiese utilizar conectado a 220 volts.

Finalmente, el comunicador deberá tener la posibilidad de ser montado sobre un “atril”, que permita posicionarlo en diferentes ángulos para facilitar su visualización por parte de un usuario en silla de ruedas.

## **Operación básica**

El mediador que preparará y configurará el comunicador para que la persona con necesidades especiales lo utilice podrá ser, por ejemplo, su fonoaudiólogo, terapeuta ocupacional, un familiar, etc. Él colocará las tarjetas o la lámina de pictogramas a utilizar, conectará el switch, encenderá el comunicador, lo configurará y lo colocará en una posición tal que el usuario pueda verlo cómodamente.

Los parámetros a configurar son:

- modalidad de barrido: existen distintas secuencias de encendido de las luces, de las cuales el mediador deberá poder elegir una, en función de las necesidades del usuario. En el próximo apartado se detallan las posibles modalidades
- velocidad del barrido: el intervalo de tiempo que permanece encendida cada luz debe poder ser configurado, considerando posibilidades discretas de las cuales la opción más rápida será de 0.25 segundos y la más lenta de 4 o 5 segundos. Los intervalos intermedios deberían ser no menos de 3, como por ejemplo 0.5 seg., 1 seg., y 2 segundos.
- sonido: en caso de encontrarse activo, al elegir una imagen a través de la activación del switch o la pulsación del botón para operación “manual”, se escuchará un “beep”

La forma de configurar estos parámetros debe ser simple, y preferentemente las opciones establecidas deben quedar “guardadas” para que al apagar y volver a encender el comunicador se mantengan las últimas seleccionadas.

Para activar o desactivar la opción de sonido se recomienda la utilización de una llave simple y pequeña (de dos posiciones, “sonido on-off”) en el panel de configuración.

Para establecer tanto el modo de barrido como la velocidad, se proponen dos alternativas. Una consiste en la utilización de 4 botones más (“modo”, “velocidad”, “izquierda” y “derecha”), que a través de las luces permiten establecer el “número” (expresado por las mismas luces de las tarjetas) de modo y de velocidad. La segunda alternativa requeriría ya de un “display”, que se usaría (en lugar de las luces) para ver y establecer modo y velocidad.

## ***Modos de barrido***

Los 8 modos propuestos son los siguientes:

- **Modo 1 (barrido simple, orden circular):** El barrido funciona permanentemente (se encienden las luces, una luego de la otra, en sentido horario), hasta que se activa el switch. En ese momento se detiene el barrido y la luz que se encontraba encendida comienza a parpadear. Si el sonido está activo, se escucha un beep. Permanece en ese estado hasta que se vuelva a accionar el switch, lo cual detiene el parpadeo y hace comenzar el barrido nuevamente.
- **Modo 2 (barrido por pasos, orden circular):** Cada vez que se acciona el switch se enciende la siguiente luz (en sentido horario). Si no se acciona el switch durante determinado período de tiempo (determinado por la configuración de la velocidad), la luz que se encontraba encendida comienza a parpadear y, de encontrarse activo el sonido, se escucha un beep. Permanece en ese estado hasta que se vuelva a accionar el switch, lo cual detiene el parpadeo y enciende la siguiente luz.
- **Modo 3 (barrido con switch activado, orden circular):** El barrido funciona permanentemente mientras se mantenga accionado el switch (se encienden las luces, una luego de la otra, en sentido horario). Cuando se libera la acción del switch durante determinado período de tiempo (determinado por la configuración de la velocidad), el barrido se detiene y la luz que se encontraba encendida comienza a parpadear. Si el sonido está activo, se escucha un beep. Permanece en ese estado hasta que se vuelva a accionar el switch, lo cual detiene el parpadeo y hace comenzar el barrido nuevamente.
- **Modo 4 (barrido simple sólo con las 4 esquinas, orden circular):** El barrido funciona permanentemente (se encienden las luces, una luego de la otra, en sentido horario), incluyendo sólo las 4 luces de las esquinas, hasta que se activa el switch. En ese momento se detiene el barrido y la luz que se encontraba encendida comienza a parpadear. Si el sonido está activo, se escucha un beep. Permanece en ese estado hasta que se vuelva a accionar el switch, lo cual detiene el parpadeo y hace comenzar el barrido nuevamente.
- **Modo 5 (barrido simple, orden de lectura):** El barrido funciona permanentemente (se encienden las luces, una luego de la otra, por filas, en el sentido de lectura occidental), hasta que se activa el switch. En ese momento se detiene el barrido y la luz que se encontraba encendida comienza a parpadear. Si el sonido está activo, se escucha un beep. Permanece en ese estado hasta que se vuelva a accionar el switch, lo cual detiene el parpadeo y hace comenzar el barrido nuevamente.
- **Modo 6 (barrido por pasos, orden de lectura):** Cada vez que se acciona el switch se enciende la siguiente luz (por filas). Si no se acciona el switch durante determinado período de tiempo (determinado por la configuración de la velocidad), la luz que se encontraba encendida

comienza a parpadear y, de encontrarse activo el sonido, se escucha un beep. Permanece en ese estado hasta que se vuelva a accionar el switch, lo cual detiene el parpadeo y enciende la siguiente luz.

- Modo 7 (barrido con switch activado, orden de lectura): El barrido funciona permanentemente mientras se mantenga accionado el switch (se encienden las luces, una luego de la otra, por filas). Cuando se libera la acción del switch durante determinado período de tiempo (determinado por la configuración de la velocidad), se detiene el barrido y la luz que se encontraba encendida comienza a parpadear. Si el sonido está activo, se escucha un beep. Permanece en ese estado hasta que se vuelva a accionar el switch, lo cual detiene el parpadeo y hace comenzar el barrido nuevamente.
- Modo 8 (barrido simple sólo con las 4 esquinas, orden de lectura): El barrido funciona permanentemente (se encienden las luces, una luego de la otra, por filas), incluyendo sólo las 4 luces de las esquinas, hasta que se activa el switch. En ese momento se detiene el barrido y la luz que se encontraba encendida comienza a parpadear. Si el sonido está activo, se escucha un beep. Permanece en ese estado hasta que se vuelva a accionar el switch, lo cual detiene el parpadeo y hace comenzar el barrido nuevamente.

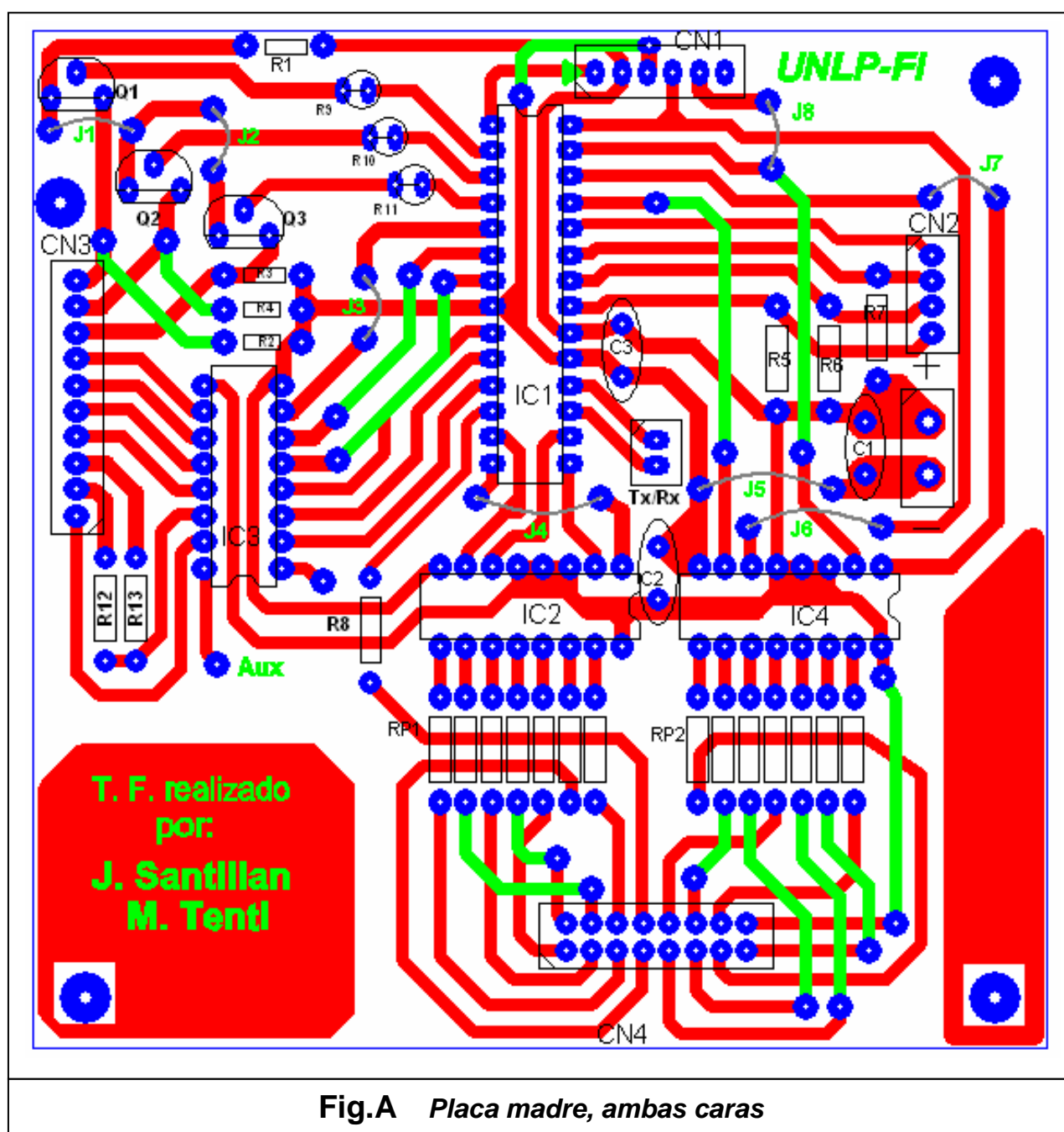
### ***Otras funciones posibles***

La versión del comunicador que se ha detallado en este aparatado es una opción de nivel “medio”, pudiendo existir unas más simples, y otras más avanzadas con funciones adicionales.

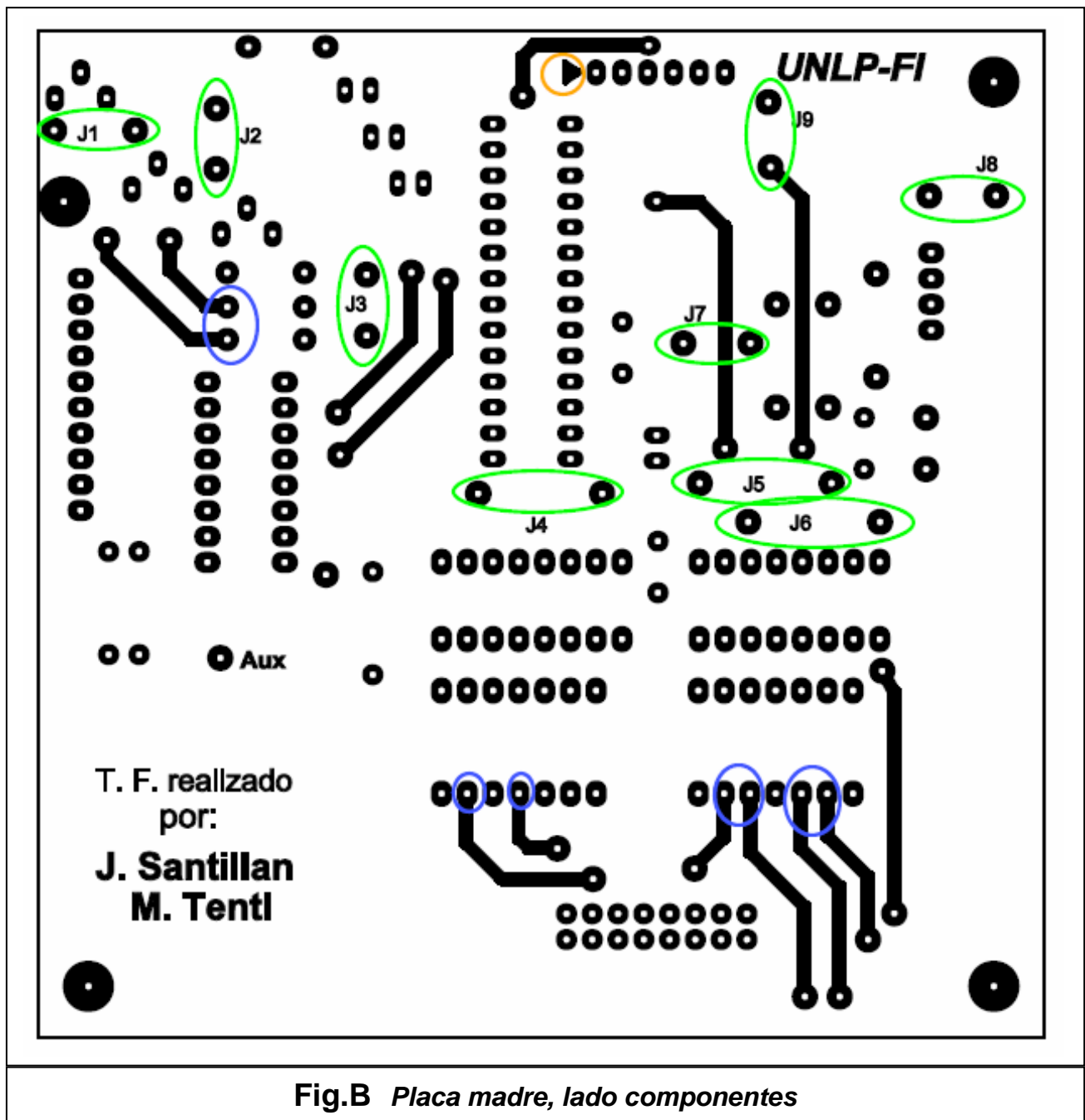
Las versiones más simples pueden, por ejemplo, incluir menos modalidades de barrido, no incorporar sonido, o contar sólo con la posibilidad de utilizar baterías.

Las versiones más avanzadas pueden incluir la posibilidad de grabar un mensaje (un sonido de unos pocos segundos de duración) para cada tarjeta, y permitir la reproducción del sonido al elegir el pictograma correspondiente.




## Anexo II: Imágenes de PCBs con referencias

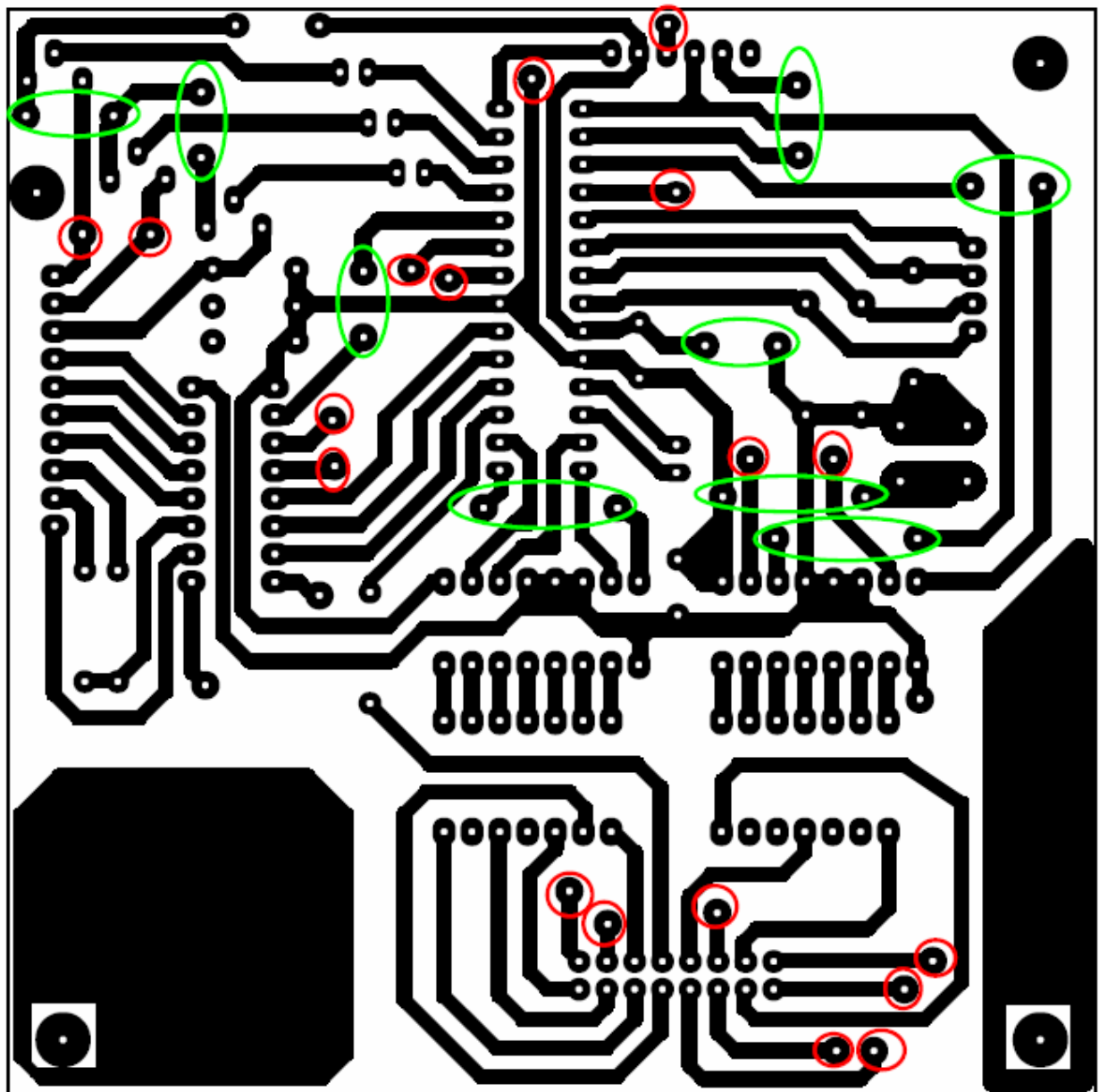






#### Referencias:

-  Marca que indica el primer pin de la tira de postes de programación (MCLR).
-  Componentes que deben ser soldados del lado de componentes.
-  Jumpers.



**Fig.C** *Placa madre, lado soldadura*

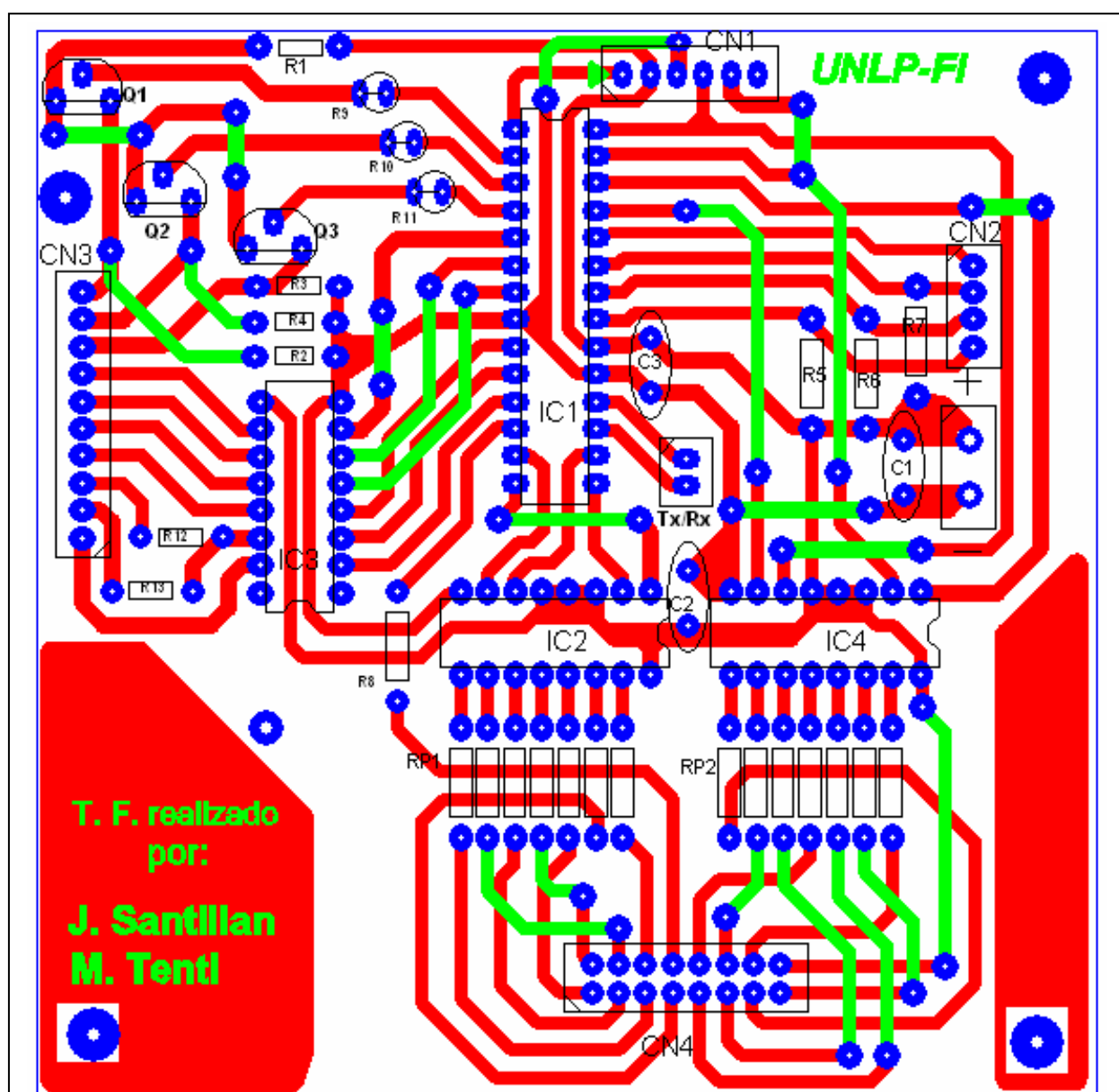
**Referencias:**



*Jumpers.*

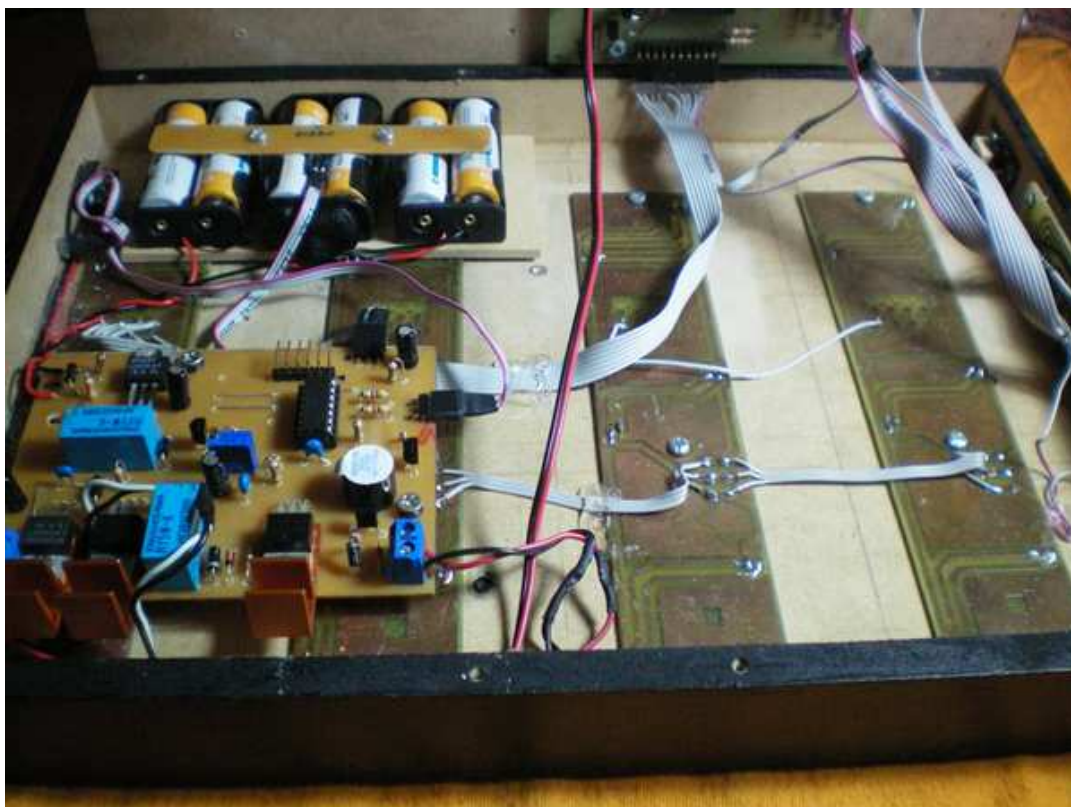


*Conexión del through-hole. Soldado de un pequeño conductor en ambas caras.*

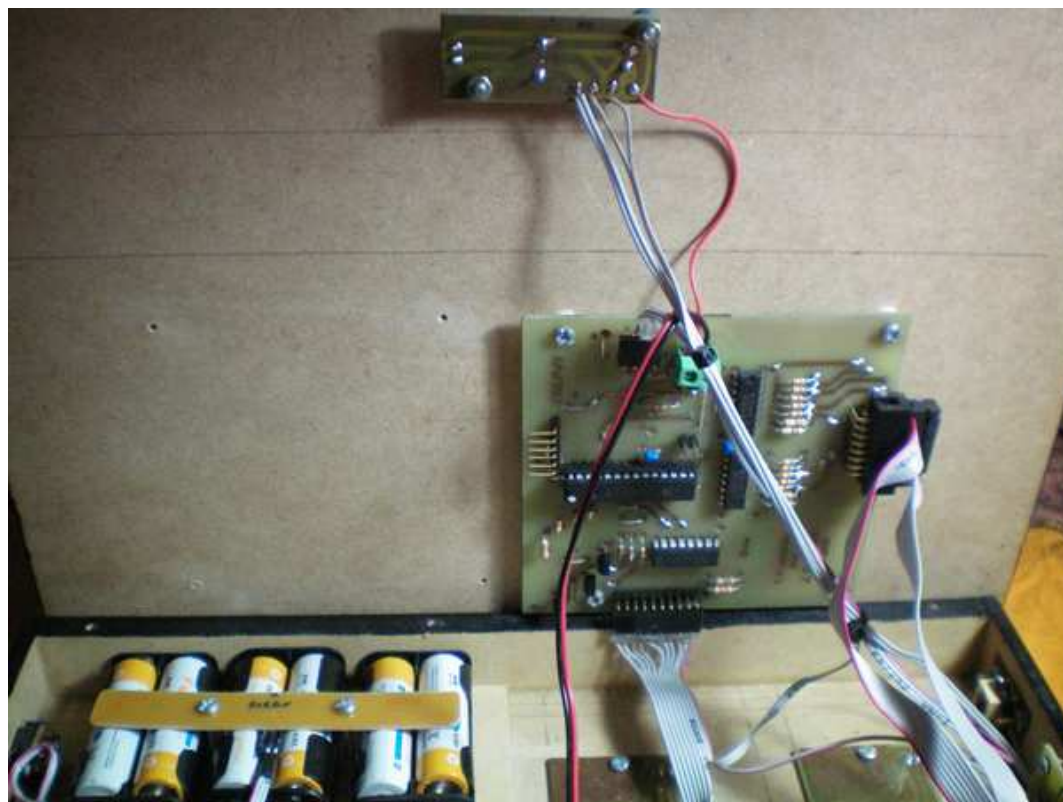


**Fig.D** *Placa madre ambas caras sólo through-hole*

**Nota:** Los archivos PCB se encuentran disponibles junto con esta documentación.



Vista interior del comunicador mostrando la placa del cargador de baterías



Vista interior del comunicador mostrando la placa madre

## Anexo III: Lista de componentes

Placa madre		
Componente	Código	Valor
Resistores	R1	330 $\Omega$
Resistores	R2, R3, R4	10 k $\Omega$
Resistores	R5, R6, R7	1k $\Omega$
Resistores	R8	NC
Resistores	R9, R10, R11	1k $\Omega$
Resistores	R12, R13	330 $\Omega$
Resistores	RP1, RP2	380 $\Omega$
Transistores	Q1, Q2, Q3	BC548/7
Capacitores multicapa	C1, C2, C3	0,1 $\mu$ F
Microcontrolador	IC1	PIC18F2520
Array de transistores	IC3	ULN2003A
Decodificador BCD a 7 segmentos	IC2, IC4	74LS47
Bornera de alimentación	B1	DT-126VP-2P
Tira de postes 90°	CN1	6 pines
Tira de postes 90°	CN2	4 pines
Tira de postes 90°	CN3	10 pines
Zócalo SCM16R-W MACHO P/CI S/OREJAS 90° 2 X 8	CN4	16 pines
Tira de postes	Tx/Rx	2 pines
Placa panel configuración		
Componente	Código	Valor
display de 7 segmentos 0,56" rojo AC	DS1,DS2	2 unidades
tact switch 13mm	SW1,SW2	2 unidades
Conexión 2x8 oiales soldados	SIL1, SIL2	2 x 8 pines
llave deslizante	LL1	2 posiciones
Placas de matriz de leds		

<i>Componente</i>	<i>Código</i>	<i>Valor</i>
Led bombin cálido 4.8mm 140º		24 unidades
<b>Placa de alarma</b>		
<i>Componente</i>	<i>Código</i>	<i>Valor</i>
Led bombin cálido 4.8mm 140º		2 unidades
Zumbador de 5V c/oscilador		1 unidad
<b>Componentes varios</b>		
Pulsador C/ Retención 2 inversores, 2 Filas		1
Jack mono para panel 3,5mm		1
Jack de alimentación recto		1
Cables planos de 16 conductores		AWG
Cables y Tornillos varios		
<b>Cargador de baterías</b>		
<i>Componente</i>	<i>Código</i>	<i>Valor</i>
Microcontrolador	IC1	PIC16F676 I/P
Regulador de tensión	aLM2, bLM2	LM2940T-5
Regulador de tensión	aLM3,bLM3	LM317T
Transistor bipolar	Q1,Q2,Q3	BC547
Diodo rectificador	D1,D2,D3,D4	1N4007
Diodo Zener 5,1V	Z1	1N4733A
Sensor temperatura	Temp1	LM35
Relé doble inversor, 5V	RL1,RL2	RY5W-K
Capacitor electrolítico	C3,C8	100uF
Capacitor electrolítico	C4,C6	1uF
Capacitor multicapa	C1,C2,C5,C7	0,1uF
Fusible reseteable, 300mA	Poly1	R030
Resistencia	R2,R9,R14	10kΩ
Resistencia	R3	15kΩ



Resistencia	R8,R12	1,5kΩ
Resistencia	R4,R15	2,2kΩ
Resistencia	R1,R5	270Ω
Resistencia	R6	8,2Ω
Resistencia	R7	32kΩ
Resistencia	R10,R11	470Ω
Resistencia	R13	1kΩ
trimpod	TRIM1	5kΩ
Buzzer c/ oscilador	BUZ1	5V
Led bicolor 5 mm	D7-8	rojo-verde
Tira de pines x3	leds1	3 pines
Tira de pines x3	temp1	3 pines
Tira de pines x6	ICSP1	6 pines
zócalo dip 14	IC1	
Disipador TO-220	aLM3,bLM3,aLM2	
3 Portapilas para 2 pilas c/u		
Bornera	AD1,TB1	
6 Pilas recargables (1,2V)	Bat	>1800mAh
Adaptador AC, salida 16,5Vcc, 500mA		
Transformador 220-12V	500mA	
Puente rectificador	2A	
capacitor electrolítico	1000uF, 25V	
plaqueta 2cmx5cm		
Fusible 20mm	300mA	
Cables y fichas de conexión		
gabinete plástico		
Gabinete		
material del gabinete: MDF		
Corte	Tipo MDF [mm]	Cantidad
225mm x 285mm	9	1



285mm x 25mm	9	2
225mm x 35mm	5	2
225mm x 295mm	5	1
<b>Acrílicos</b>		
<i>Corte</i>	<i>Espesor [mm]</i>	<i>Cantidad</i>
290mm x 220mm	1	1
100mm x 60mm plegado	2	12
<b>Imanes</b>		
Imanes de neodimio (bloque)	<i>Medida [mm]</i>	<i>Cantidad</i>
	7x7x3	24